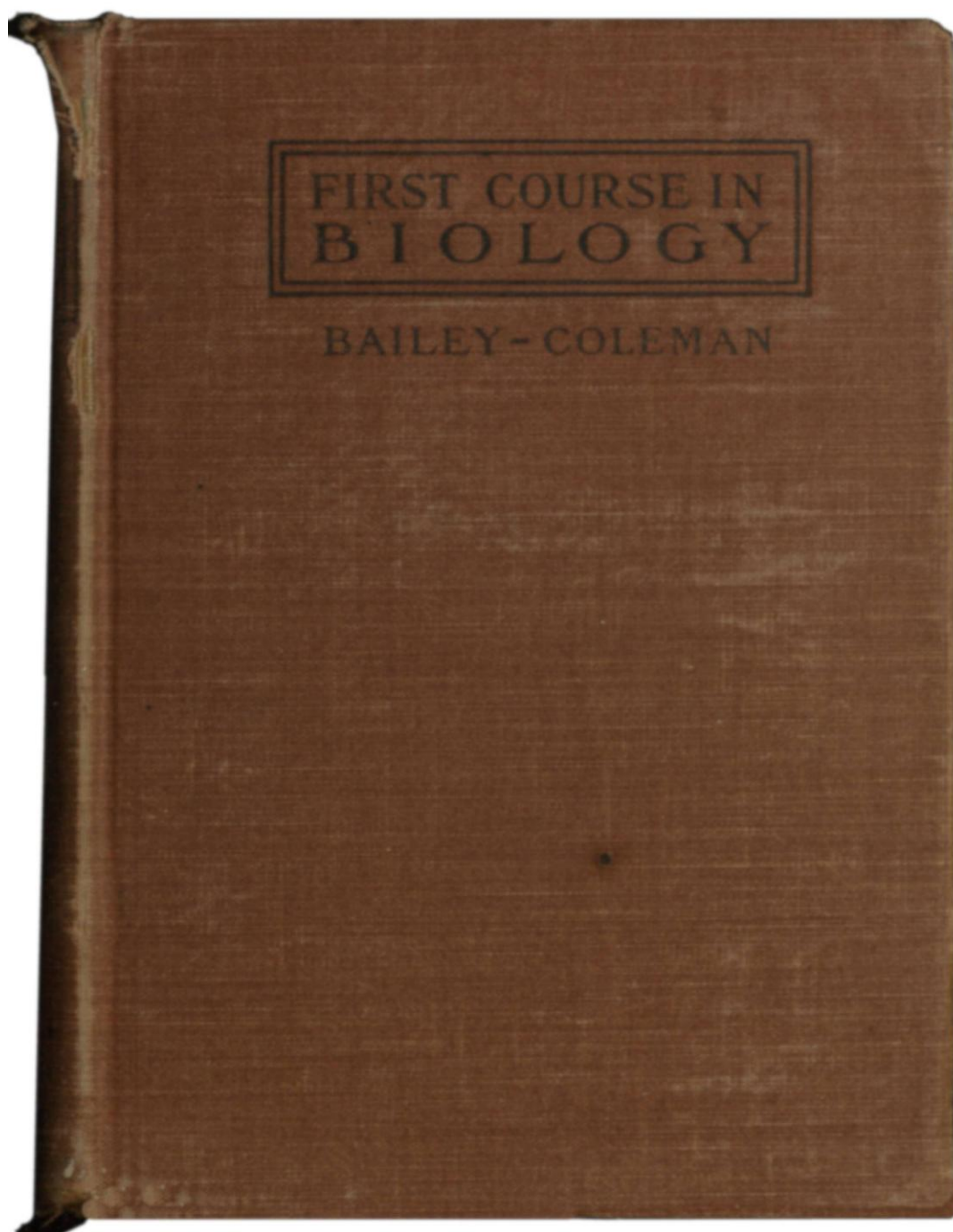


Первый курс по биологии

Л. Х. Бейли, Уолтер Мур Коулман



Содержание

[ПЕРВЫЙ КУРС ПО БИОЛОГИИ](#)

[ПРЕДИСЛОВИЕ](#)

[СОДЕРЖАНИЕ](#)

[ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ](#)

[ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ](#)

[Как горит свеча](#)

[I. Кислород](#)

[II. Углерод](#)

[III. Углекислый газ](#)

[БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ](#)

[ГЛАВА I НЕТ ДВУХ ОДИНАКОВЫХ РАСТЕНИЙ ИЛИ ИХ ЧАСТЕЙ](#)

[ГЛАВА II БОРЬБА ЗА ЖИЗНЬ](#)

[ГЛАВА III ВЫЖИВАНИЕ СИЛЬНЕЙШИХ](#)

[ГЛАВА IV РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА](#)

[ГЛАВА V ТЕЛО РАСТЕНИЯ](#)

[ГЛАВА VI СЕМЕНА И ПРОРАСТАНИЕ](#)

[ГЛАВА VII КОРЕНЬ — ФОРМЫ КОРНЕЙ](#)

[ГЛАВА VIII КОРЕНЬ — ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА](#)

[ГЛАВА IX СТЕБЕЛЬ — ВИДЫ И ФОРМЫ; ОБРЕЗКА](#)

[ГЛАВА X СТЕБЕЛЬ — ЕГО ОБЩАЯ СТРУКТУРА](#)

[ГЛАВА XI ЛИСТЬЯ — ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ](#)

[ГЛАВА XII ЛИСТЬЯ — СТРУКТУРА ИЛИ АНАТОМИЯ](#)

[ГЛАВА XIII ЛИСТЬЯ — ФУНКЦИЯ ИЛИ РАБОТА](#)

[ГЛАВА XIV ЗАВИСИМЫЕ РАСТЕНИЯ](#)

[ГЛАВА XV ЗИМНИЕ И СПЯЩИЕ ПОЧКИ](#)

[ГЛАВА XVI РАЗМНОЖЕНИЕ ПОДПЕЧАТКОМ](#)

[ГЛАВА XVII КАК РАСТЕНИЯ ПОЛЗУТ](#)

[ГЛАВА XVIII ЦВЕТОК — ЕГО ЧАСТИ И ФОРМЫ](#)

[ГЛАВА XIX ЦВЕТОК — ОПЛОДОТВОРЕНИЕ И ОПЫЛЕНИЕ](#)

[ГЛАВА XX ЦВЕТОЧНЫЕ СОЦВЕТИЯ](#)

[ГЛАВА XXI ПЛОДЫ](#)

[ГЛАВА XXII РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЕМЯН](#)

[ГЛАВА XXIII ФЕНОГАМЫ И КРИПТОГАМЫ](#)

[ГЛАВА XXIV ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ КРИПТОГАМ](#)

[Бактерии](#)

[Водоросли](#)

[Грибы](#)

[Лишайники](#)

[Печеночники](#)

[Мохи \(Bryophyta\)](#)

[Хвощи \(Pteridophyta\)](#)

[Изоэты \(Pteridophyta\)](#)

[Клубовые мхи \(Pteridophyta\)](#)

[БИОЛОГИЯ ЖИВЫХ ТВАРЕЙ](#)

[ГЛАВА I ПРИНЦИПЫ БИОЛОГИИ](#)

[ГЛАВА II ПРОТОЗОА \(Одноклеточные животные\)](#)

[Амеба](#)

[Парамеция](#)

[ГЛАВА III СПОНГИ](#)

[ГЛАВА IV ПОЛИПЫ \(ЧАШЕЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ\)](#)

[Гидра, или пресноводный полип](#)

[ГЛАВА V ИГЛОКОЖИЕ \(КОЛОЦЫ\)](#)

[Морская звезда](#)

[Морской ёж](#)

[Другие иглокожие](#)

[ГЛАВА VI ЧЕРВИ](#)

[ГЛАВА VII КРЕПЕДЫ](#)

[Раки](#)

[ГЛАВА VIII НАСЕКОМЫЕ](#)

[Кузнечик](#)

[Анатомия и общие характеристики класса Insecta](#)

[ГЛАВА IX МОЛЛЮСКИ](#)

[Пресноводная мидия](#)

[ГЛАВА X РЫБЫ](#)

[ГЛАВА XI БАТРАХИ](#)

[Головастики](#)

[Лягушки](#)

[ГЛАВА XII РЕПТИЛИИ](#)

[Изучение черепахи или сухопутной черепахи](#)

[ГЛАВА XIII ПТИЦЫ](#)

[ГЛАВА XIV МЛЕКОПИТАЮЩИЕ \(ЗВЕРИ И ЧЕЛОВЕК\)](#)

[БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА](#)

[ГЛАВА I ВВЕДЕНИЕ](#)

[ГЛАВА II КОЖА](#)

[ГЛАВА III СКЕЛЕТ](#)

[ГЛАВА IV МЫШЦЫ](#)

[ГЛАВА V КРОВООБРАЩЕНИЕ](#)

[Лимфатическая система](#)

[Гигиена кровообращения](#)

[ГЛАВА VI ДЫХАНИЕ](#)

[ГЛАВА VII ПИТАНИЕ И ПИЩЕВАРЕНИЕ](#)

[ГЛАВА VIII НЕРВНАЯ СИСТЕМА](#)

[Гигиена нервной системы](#)

[ГЛАВА IX ОРГАНЫ ЧУВСТВ](#)

[ГЛАВА X БАКТЕРИИ И САНИТАРИЯ](#)

[УКАЗАТЕЛЬ](#)

[Примечания транскрибатора](#)

[ПОЛНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ ПРОЕКТА ГУТЕНБЕРГ](#)

Электронная книга проекта «Гутенберг» «Введение в биологию»

Это электронная книга предназначена для бесплатного использования в любой точке США и большинства других стран мира практически без каких-либо ограничений. Вы можете копировать, передавать или повторно использовать ее в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой электронной книге или доступной онлайн по [адресу www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org). Если вы не проживаете в США, перед использованием этой электронной книги вам необходимо ознакомиться с законодательством страны, в которой вы проживаете.

Название: Первый курс биологии

Автор: Л. Х. Бейли

Уолтер Мур Коулман

Дата выпуска: 10 сентября 2025 г. [электронная книга № 76851]

Язык: английский

Оригинальное издание: Нью-Йорк: The MacMillan Company, 1908

Благодарности: Грег Бергквист, Гарри Ламе и команда онлайн-корректоров <https://www.pgdp.net> (Этот файл был создан на основе изображений, любезно предоставленных The Internet Archive/American Libraries.)

*** НАЧАЛО ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ПРОЕКТА ГУТЕНБЕРГ «ПЕРВЫЙ КУРС ПО БИОЛОГИИ» ***

См. [примечания транскрибатора](#) в конце текста.

ПЕРВЫЙ КУРС ПО БИОЛОГИИ



THE MACMILLAN COMPANY

НЬЮ-ЙОРК · БОСТОН · ЧИКАГО

АТЛАНТА · САН-ФРАНСИСКО

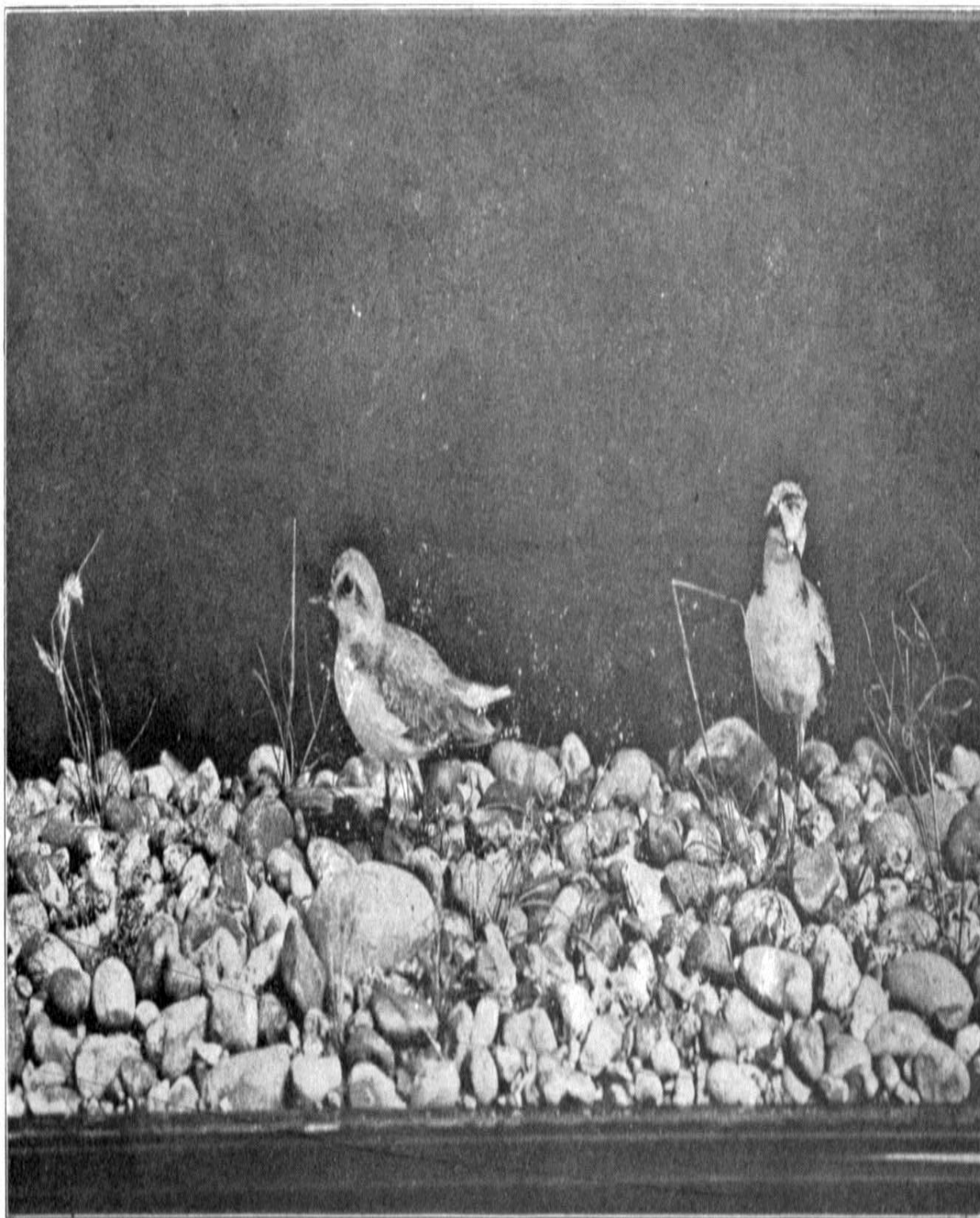
MACMILLAN & CO., LIMITED

ЛОНДОН · БОМБАЙ · КАЛКУТТА

МЕЛЬБУРН

THE MACMILLAN CO. OF CANADA, LTD.

ТОРОНТО



КЕНТИШСКИЙ ПЕСЧАНИК С ЯЙЦАМИ И Птенцами (Защитное сходство)

Из экспозиции Британского музея естественной истории. (Морган.)

ПЕРВЫЙ КУРС ПО БИОЛОГИИ

Л. Х. БЕЙЛИ

ЧАСТЬ I. БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

и УОЛТЕР М. КОЛЕМАН

ЧАСТЬ II. БИОЛОГИЯ ЖИВЫХ ТВАРЕЙ

ЧАСТЬ III. БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Нью-Йорк

THE MACMILLAN COMPANY

1909

Все права защищены

АВТОРСКОЕ ПРАВО, 1908
THE MACMILLAN COMPANY.

Набор и электротипия. Опубликовано в июле 1908 г. Перепечатано
в октябре 1908 г.; в феврале и сентябре 1909 г.

Norwood Press
J. S. Cushing Co.—Berwick & Smith Co.
Норвуд, Массачусетс, США.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная тенденция в среднем образовании заключается в отходе от формального технического изучения отдельных предметов и переходе к развитию практических навыков в тех видах деятельности, которые имеют отношение к жизни учащегося. В области естественных наук наблюдается тенденция придавать меньшее значение ботанике, зоологии и физиологии как таковым и уделять больше внимания процессам и адаптации жизни, как они выражаются в растениях, животных и людях. Эта тенденция является бунтом против лабораторного метода и метода исследования, принятого в колледжах и внедренного в общеобразовательные школы, поскольку нередко ученики изучают ботанику, не зная на самом деле растений, или физиологию, не зная самих себя. Образование, которое не применимо на практике, которое не приводит ученика в соприкосновение с живыми знаниями и делами своего времени, может иметь меньшую образовательную ценность, чем обучение ремеслу в мастерской. Мы приходим к пониманию того, что идеалы и способности должны развиваться из обычной среды и дел жизни, а не навязываться ученику в виде абстрактной, не связанной с жизнью теории.

Одной из черт этой новой тенденции в образовании является введение в средних школах единых курсов по биологии вместо формальных, зачастую сухих и почти бессмысленных отдельных курсов по ботанике, зоологии и физиологии. Этот результат является одним из итогов недавних дискуссий по изучению природы.

Настоящий том является попыткой удовлетворить потребность в простом и нетехническом тексте, охватывающем эту второстепенную биологию на ее начальных этапах (). Книга занимает промежуточное положение между неорганизованным изучением природы в промежуточных классах и формальной наукой в более продвинутых курсах. Это сложная область, которую трудно преодолеть, отчасти потому, что предметы очень разнообразны, а отчасти потому, что некоторые учителя еще не понимают важности передачи начинающим общего, а не специального взгляда.

Еще одной трудностью является отсутствие единообразия в практике разных школ. Не утверждается, что желательно иметь единообразие во всех отношениях, но его отсутствие затрудняет подготовку книги, которая в равной степени удовлетворяла бы все потребности. Однако есть надежда, что настоящая книга достаточно адаптируема к различным условиям, и с учетом этого предлагаются следующие рекомендации по ее использованию:

Поскольку книга состоит из трех отдельных частей, учитель может начать с растений, животных или физиологии человека.

Если требуется годовой курс, можно использовать темы, напечатанные крупным шрифтом в частях II и III, а также выбрать главы из части I.

Для трех полугодовых курсов можно пройти все части полностью.

Если курс биологии начинается осенью (с началом учебного года), то до середины зимы можно изучать биологию растений два дня в неделю, а биологию животных — три дня; когда материал для занятий на открытом воздухе становится скудным, можно перейти к изучению биологии человека пять дней в неделю; весной растения можно изучать три дня, а животных — два дня.

Если использование книги начинается в середине года, вероятно, будет лучше следовать порядку в книге последовательно.

Если вы хотите изучить только часть биологии растений, можно опустить главы VI, XIV, XX, XXIII, XXIV, а также, возможно, части других глав (например, X, XII, XIII), если времени очень мало. Важно дать ученику рациональное представление о том, что такое растения и каковы их основные функции; поэтому части, посвященные основным жизненным процессам и взаимодействию растений с окружающей средой, не следует пропускать.

Если требуется дополнительная работа, лучше всего предоставить ее в виде изучения большего количества образцов, а не добавления дополнительных текстов; однако учитель должен быть осторожен и не вводить слишком много деталей, пока не будет освещена общая тема.

Ценность изучения биологии заключается в работе с самими объектами. Невозможно предоставить образцы для каждого момента в работе, да и не всегда это желательно, поскольку начинающий ученик может не проявить интереса к объектам и погрузиться в детали, не дойдя до общего представления или понимания предмета. Необходимо проявлять большую осторожность, чтобы ученик не был перегружен. Простая работа с книгами или зазубривание бесполезны и могут угнетать или отвлекать активные молодые умы.

Необходимо приложить все усилия, чтобы применять уроки в повседневной жизни. Самая причина знания растений и животных заключается в том, что человек может жить с ними, а причина знания себя заключается в том, что он может жить своей повседневной жизнью с некоторой степенью интеллекта. Учитель не должен бояться делать все обучение полезным и практичным.

Во многих случаях государственная программа определяет, какие предметы должны быть охвачены; темы могут быть легко выбраны из текста, а их порядок обычно в значительной степени остается на усмотрение учителя.

Наконец, повторим, что для начинающего ученика гораздо лучше приобрести реальное представление о нескольких основных принципах и точках зрения, касающихся общих форм, которые позволят ему связать свои знания воедино, организовать их и применить, чем ознакомиться с любым количеством простых фактов о низших формах жизни, которые в лучшем случае он может знать только косвенно и отдаленно. Если ученик пожелает пойти дальше в последующие годы, он может заняться изучением особых групп и фаз.

СОДЕРЖАНИЕ

	СТРАНИЦА
ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ	I xi
 ЧАСТЬ I. БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	
ГЛАВА	
I.	НЕТ ДВУХ ОДИНАКОВЫХ РАСТЕНИЙ ИЛИ ЧАСТЕЙ РАСТЕНИЙ Стр. 1
II.	БОРЬБА ЗА ЖИЗНЬ Р 4
III.	ВЫЖИВАНИЕ СИЛЬНЕЙШИХ Стр. 7
IV.	РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА Стр. 9
V.	ТЕЛО РАСТЕНИЯ Стр. 15
VI.	СЕМЕНА И ПРОРАСТАНИЕ Стр. 20
VII.	КОРЕНЬ — ФОРМЫ КОРНЕЙ Стр. 32
VIII.	КОРЕНЬ — ФУНКЦИЯ И СТРУКТУРА Стр. 38
IX.	СТЕБЕЛЬ — ВИДЫ И ФОРМЫ — ОБРЕЗКА Стр. 49
X.	СТЕБЕЛЬ — ЕГО ОБЩАЯ СТРУКТУРА Стр. 59
XI.	ЛИСТЬЯ — ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ Стр. 73
XII.	ЛИСТЬЯ — СТРОЕНИЕ И АНАТОМИЯ Стр. 86
XIII.	ЛИСТЬЯ — ФУНКЦИЯ ИЛИ РАБОТА Стр. 92
XIV.	ЗАВИСИМЫЕ РАСТЕНИЯ Стр. 106
XV.	ЗИМНИЕ И СПЯЩИЕ ПОЧКИ Стр. 111
XVI.	РАЗМНОЖЕНИЕ ПОЧКАМИ Стр. 121
XVII.	КАК РАСТЕНИЯ ВЗБИРАЮТСЯ ВВЕРХ Стр. 129
XVIII.	ЦВЕТОК — ЕГО ЧАСТИ И ФОРМЫ Стр. 133
XIX.	ЦВЕТОК — ОПОЛОДТОВOREНИЕ И ОПЫЛЕНИЕ Стр. 144
XX.	СОЦВЕТИЯ Стр. 155
XXI.	ПЛОДЫ Стр. 163
XXII.	РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЕМЯН Стр. 172
XIII.	ФЕНОГАМЫ И КРИПТОГАМЫ Стр. 176
XXIV.	ИССЛЕДОВАНИЯ КРИПТОГАМ Стр. 182

ЧАСТЬ II. БИОЛОГИЯ ЖИВЫХ

I.	ВВЕДЕНИЕ	A 1
II.	ПРОСТЕЙШИЕ	A 10
III.	ГУБКИ	A 17
IV.	ПОЛИПЫ	A 22
V.	ИГЛОКОЖИЕ	A 34
VI.	ЧЕРВИ	A 42
VII.	РАКООБРАЗНЫЕ	A 51
VIII.	НАСЕКОМЫЕ	A 63
IX.	МОЛЛЮСКИ	A 97
X.	РЫБЫ	A 109
XI.	АМФИБИИ	A 126

XII.	РЕПТИЛИИ	А 139
XIII.	ПТИЦЫ	А 150
XIV.	МЛЕКОПИТАЮЩИЕ	А 184

ЧАСТЬ III. БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

I.	ВВЕДЕНИЕ	Н 1
II.	КОЖА И ПОЧКИ	Н 16
III.	СКЕЛЕТ	Н 28
IV.	МЫШЦЫ	Н 39
V.	КРОВООБРАЩЕНИЕ	Н 51
VI.	ДЫХАНИЕ	Н 70
VII.	ПИЩА И ПИЩЕВАРЕНИЕ	Н 89
VIII.	НЕРВНАЯ СИСТЕМА	Н 117
IX.	ОРГАНЫ ЧУВСТВ	Н 142
X.	БАКТЕРИИ И САНИТАРИЯ	Н 158
	ОБЩИЙ УКАЗАТЕЛЬ	i

ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Эти эксперименты включены для тех учеников, которые не имели подготовки по химии и физике, чтобы дать им представление о предметах, которые будут изучаться далее. Для удовлетворительного изучения биологии на начальном уровне необходимо хотя бы общее понимание некоторых из этих предметов.

Элементы и соединения. Материальный мир состоит из элементов и соединений. *Элемент* — это вещество, которое не может быть разделено на два или более вещества. *Соединение* образуется в результате соединения двух или более элементов. Все вещества, из которых состоят Земля и ее обитатели, образованы химическими элементами; все эти вещества вместе называются *материей*.

Углерод и *железо* являются примерами элементов. Сравните кусочек угля, который является одной из форм углерода, с новым железным гвоздем. Что ярче? Что тяжелее при одинаковом размере? Что прочнее? Что хрупче? Что тверже? Что легче воспламеняется? Что устойчивее к изменениям при воздействии воздуха и влаги? Существуют две другие формы углерода: графит или черный свинец (используемый в карандашах и полироли для печей) и алмаз, который встречается в кристаллах и является самым твердым из известных веществ. Железо не имеет таких разнообразных форм, как углерод. *Сера* — еще один элемент. Какого она цвета? Имеет ли запах? Вкус? Растворяется ли в воде? Тяжелая или легкая? Горит ли? Какого цвета пламя? А дым? *Фосфор*, еще один элемент, горит так легко, что воспламеняется от трения и используется в спичках. Потрите кончик спички пальцем. Какой запах у фосфора? Фосфор существует в природе только в сочетании с другими элементами. Свинец, олово, серебро, золото, медь, цинк, никель, платина — это элементы.

Известно менее восьмидесяти элементов, но соединений, образованных из них, бесчисленное множество. Углерод содержится во всех веществах, образованных в результате роста живых организмов. Например, наличие углерода в сахаре можно легко продемонстрировать, обуглив его на горячей лопатке или печи до тех пор, пока из него не выпарится вода и не останется только уголь. Часть крахмала в печенье остается в виде угля, когда оно наполовину сгорает.

Кислород и воздух. — Высокую активность чистого кислорода в воздействии на другие вещества можно продемонстрировать, поместив в банку с фруктами зажженную щепку, кусок зажженной магниевой ленты, старую пружину от часов (или кусочек проволоки для картин), конец которой был обмакнут в серу и зажжен. Около одной пятой воздуха составляет кислород, а около четырех пятых — *азот* и другие инертные газы. Чистый азот быстро погасит зажженную щепку, вставленную в него. Именно кислород в воздухе поддерживает все формы горения. Менее половины процента воздуха составляет инертный газ, называемый углекислым газом, соединение углерода и кислорода. Он образуется не только при сжигании древесины или угля, но и в результате жизнедеятельности животных и растений.

Благоприятные и неблагоприятные условия для испарения. Налейте одинаковое количество воды (половину стакана) в три блюдца и две бутылки. Поставьте одно блюдце рядом с горячей печью, а два других — в прохладное место, предварительно накрыв одно из них тарелкой. Поставьте одну из бутылок рядом с печью, а другую — рядом с оставшимися блюдцами. Через несколько часов () осмотрите блюдца и бутылки, сравните и запишите

результаты. Объясните. Назовите три условия, благоприятные для испарения. Назовите три способа, с помощью которых можно предотвратить или уменьшить испарение.

Тесты на кислотные, щелочные и нейтральные вещества. Для *тестов на кислотность* используйте кислые пахту (содержащую *молочную кислоту*), или разбавленную в десяти частях воды *соляную кислоту*, или *крепкий уксус* (содержащий *уксусную кислоту*). Имеет ли кислота характерный («кислый») *запах* и *вкус* (проверяйте только в очень разбавленном виде)? Потрите разбавленную кислоту между пальцами; каковы ощущения? Есть ли какое-либо воздействие на пальцы? Приобретите лакмусовую бумагу в аптеке. Окуните полоску красной и синей лакмусовой бумаги в кислоту. Каков результат?

Для *проверки щелочности* растворите в стакане воды ложку пищевой соды или немного хозяйственного мыла; или растворите в стакане воды палочку каустической соды длиной в дюйм. Проверьте запах и «ощущение» последнего раствора, как и в случае с кислотой; также проверьте влияние щелочного раствора на красную и синюю лакмусовую бумагу. Запишите результаты. Щелочи являются яркими примерами более общего класса веществ, называемых *основаниями*, которые имеют противоположное действие по сравнению с кислотами.

Проверьте чистую воду. Есть ли у нее запах? Вкус? Проверьте ее с помощью красной и синей лакмусовой бумаги. Вода является *нейтральным* веществом: то есть она не является ни кислотой, ни щелочью (или основой).

После проведения соответствующих тестов напишите *ac*, *al* или *neu* после каждого названия в следующем списке (или запишите в трех столбцах): уксус, сода, слюна, сахар, сок яблока, лимона и других фруктов, молоко, разрыхлитель, пахта, аммиак, соленая вода.

Налейте немного щелочного раствора в посуду, постепенно добавляйте разбавленную кислоту (или кислую пахту), помешивая стеклянной палочкой и проверяя лакмусом, пока смесь не превратит красный лакмус в синий, а синий лакмус в красный. Кислота и щелочь тогда считаются *нейтрализованными* друг другом, а полученное вещество называется *солью*. Соль можно получить путем выпаривания воды из раствора. Большинство распространенных минералов являются солями. Если последний эксперимент провести с содой и кислой пахтой, то демонстрация покажет некоторые факты, связанные с выпечкой хлеба с использованием этих веществ.

Тест на крахмал. Крахмал окрашивается в синий цвет при взаимодействии с йодом. Цвет может исчезнуть под воздействием тепла, но вернется снова при понижении температуры. Приобретите за несколько центов настойку йода и разбавьте ее. Возьмите полдюжины листов бумаги и картона, все разные, и проверьте каждый на наличие крахмала, поместив его над горлышком бутылки и наклонив бутылку. Если крахмала много, пятно будет синечерным или темно-синим; если крахмала мало, то бледно-синим; если крахмала нет, то коричневым или желтоватым.

Сделайте пасту из пшеничной муки, картофельного крахмала и кукурузного крахмала. Обработайте небольшое количество каждого из них раствором довольно разбавленной йодной настойки. Попробуйте зерна из измельченного риса с тем же раствором. Они одинакового цвета? Вырежьте тонкий срез из картофеля, обработайте йодом и исследуйте под микроскопом.

Изучение крахмальных зерен. Поместите в холодную воду несколько зерен крахмала из каждого из следующих продуктов: картофель, пшеница, маранта (купить в аптеке), рис, овес, кукуруза. Изучите под микроскопом размеры, формы, слои, трещины и расположение ядер и сделайте рисунок нескольких зерен каждого вида.

Тест на содержание виноградного сахара. — Сделайте толстый срез съедобной части груши и поместите его в ванночку с раствором Фелинга. Через несколько минут прокипятите жидкость, содержащую срез, в течение одной-двух минут. Она приобретет оранжевый цвет, что свидетельствует о выпадении оксида меди и, возможно, небольшого

количества меди в металлической форме. Тонкий срез, обработанный таким же образом, можно исследовать под микроскопом, и мелкие частицы, осажденные из сахара груши, будут хорошо видны. (*Раствор Фелинга* получают, смешивая по одной части каждого из этих трех растворов и две части воды: (1) сульфат меди, 9 граммов на 250 кубических сантиметров воды; (2) гидроксид натрия, 30 граммов на 250 кубических сантиметров воды; (3) соли Рошеля, 43 грамма на 250 кубических сантиметров воды).

Тест на азотистые вещества, или протеиды. — Налейте немного яичного белка в пробирку и медленно нагрейте. Какие изменения происходят в яйце? Налейте еще одну часть яичного белка в пробирку и добавьте разбавленную азотную кислоту. Сравните результаты двух экспериментов. Яичный белок является примером протеида, то есть формы азота, наиболее часто встречающейся в растительных и животных тканях (), и он может образовываться только в результате жизненных процессов. Кислота и тепло упрочняют или размягчают большинство веществ? Любой из вышеуказанных тестов выявляет протеиды, если они присутствуют. Приготовление пищи размягчает или упрочняет постное мясо?

Еще одним тестом на белковые вещества является азотная кислота, которая *окрашивает белковые вещества* (и почти ничего другого) *в желтый цвет*. При сжигании белковые вещества имеют характерный запах; это можно заметить, если обжарить постное мясо или сыр в ложке. Характерным является также неприятный запах разлагающихся белковых веществ, будь то просроченные бобы, мясо, грибы или другие продукты, содержащие белковые вещества.

Тест на жиры и масла. Поместите немного жира из свечи на неглазурованную бумагу и нагрейте. Поднесите бумагу к свету и осмотрите ее. Какое воздействие оказал жир на бумагу? Нанесите на бумагу немного крахмала, сахара, порошкообразного мела или яичного белка и повторите эксперимент; будет ли эффект таким же? Нанесите немного жира на ложку и нагрейте. Сравните воздействие тепла на жир и белок. Вода также делает бумагу полупрозрачной, но она быстро испаряется: жир не испаряется.

Еще один тест на жиры — поместить тонкий срез эндосперма семян клещевины в воду и исследовать под сильным увеличением. Будут видны многочисленные мелкие капли масла. Обработайте препарат алканином (корень хны в спирте). Капли масла окрасятся в красный цвет. Это стандартный тест на жиры и масла.

Для получения или высвобождения кислорода. — Если в школе есть класс химии, один из его членов, несомненно, с удовольствием приготовит газ, называемый *кислородом*, и предоставит несколько стеклянных банок, наполненных им, для урока биологии. Если необходимо получить кислород, можно использовать следующий метод: подготовьте сухую стеклянную колбу объемом от трех до четырех унций. Она должна иметь стеклянную трубку, вставленную в резиновую пробку с одним отверстием и согнутую так, чтобы проходить под поверхностью воды, содержащейся в глубокой посуде. Наполните водой несколько фруктовых банок объемом в пол-литра, накройте их кусочками плотного картона и опустите горлышком вниз в посуду с водой. От половины до двух третей унции равной смеси хлората калия и диоксида марганца (приобретается в аптеке) помещается в колбу и нагревается с помощью газовой или спиртовой лампы. Когда кислород начинает образовываться, соберите его в банки, вставив конец трубки для подачи под банки, стоящие в воде. *Внимание:* перед охлаждением колбы извлеките трубку для подачи из воды, чтобы предотвратить обратное всасывание воды.

Окисление. То, что для горения необходимо нечто кроме дерева или угля, можно продемонстрировать, полностью перекрыв тягу в печи. Огонь и другие формы горения зависят от процесса, называемого *окислением*. Он заключается в соединении кислорода с другими веществами. Когда дерево разлагается (), углерод в нем окисляется (соединяется с кислородом) и образуется *углекислый газ*. Когда дерево горит, окисление происходит

быстрее. Когда окисляется железо, образуется *ржавчина*. Когда окисляется водород, образуется вода. Керосин содержит водород, и при его горении образуется вода. Почти каждый замечал облако влаги, которое собирается на дымоходе, когда лампа зажигается впервые. При использовании дымохода, который хранился в холодном месте, влага становится заметной; вскоре дымоход нагревается, и вода больше не собирается, но продолжает поступать в комнату, пока горит лампа. Жиры также содержат водород. Поднимите кусок холодного стекла или перевернутый стакан над пламенем сальной свечи. Собирается ли на нем вода?

Можно сказать, что окисление является основой всех жизненных процессов по следующей причине: окисление вызывает выделение тепла и высвобождает энергию, а все живые существа нуждаются в тепле и энергии, чтобы расти и жить. Тепло животных очень заметно. Окисление в растениях также образует небольшое количество тепла. Как у животных, так и у растений окисление происходит гораздо медленнее, чем в обычном огне. То, что тепло образуется даже при медленном окислении, показывают пожары, которые возникают самопроизвольно в массах разлагающегося материала. Гниение дерева сопровождается не только теплом, но иногда и светом, как в случае с «лисыим огнем». Потрите конец спички о палец в темноте. Объясните результат. Зажгите спичку и обратите внимание на белый дым, который поднимается на мгновение. Этот дым — не обычный дым (частицы углерода), а оксид фосфора. Почему вода (оксид водорода) не горит? Песок — это оксид кремния. Объясните, почему бросание песка на огонь тушит его. [См. также [эксперименты](#) со свечой и дыханием в [книге «Основы биологии»](#).]

Неорганические и органические вещества. — Проверка на наличие минералов. — Когда-то Земля находилась в расплавленном состоянии, которое уничтожило бы любое горючее вещество, если бы оно тогда существовало. До появления растений и животных Земля состояла в основном из негорючих минералов, известных как *неорганические вещества*. Вещества, образуемые животными и растениями, являются *органическими веществами*, так называемыми потому, что они образуются организованными, имеющими органы или живыми существами; крахмал является примером, образующимся в растениях. Органические вещества состоят в основном из углерода, кислорода, водорода и азота. (См. [страницу 1](#) «Биологии животных».) Уголь, нефть и все горючие материалы имеют свое происхождение в жизни. Следовательно, сжигание с целью выявления негорючих остатков также является *тестом для минералов*. Мясо, хлеб, овсянка, кости, дерево можно проверить на наличие минеральных веществ, сжигая их в ложке, подержанной над горячим огнем, пламенем газа или лампы. Проверяемое вещество следует сжигать до тех пор, пока не исчезнет весь черный материал (который является органическим углеродом, а не минералом). Любые остатки будут *минеральными веществами*.

Протоплазма. Внутри клеток растений и животных находится *живая субстанция*, известная как *протоплазма*. Это бесструктурное, почти или совершенно бесцветное, прозрачное желеобразное вещество очень сложного и нестабильного состава. На 80 % и более оно состоит из воды, остальная часть — из белков, жиров, масел, сахаров и солей. Протоплазма обладает способностью к *росту и размножению*; она может создавать *живую субстанцию из мертвых или неживых веществ*. Она обладает способностью к движению внутри клетки и подвержена воздействию (или раздражительна) тепла, света, прикосновений и других стимулов. Когда протоплазма умирает, умирает и организм.

Физика — это наука, которая изучает *свойства и явления* (или поведение) материи или объектов, такие как тепло, свет, сила, электричество, звук, трение, плотность, вес и т. п.

Химия — это наука, которая изучает *состав* материи. Как мы уже видели, вся материя состоит из элементов. Очень немногие элементы существуют в природе в свободной или

несоединенной форме. Азот и кислород в воздухе являются основными несоединенными элементами.

Чтобы четко выразить химические соединения, для обозначения каждого элемента используются *символы*, которые затем комбинируются, чтобы показать пропорции каждого элемента в соединении. Если С обозначает углерод, а О — кислород, то диоксид углерода может быть представлен формулой COO . Однако, чтобы избежать повторения букв, используется число, обозначающее, сколько раз встречается данный элемент: таким образом, формула, всегда используемая для обозначения углекислого газа, — CO_2 . Формула водорода, или воды, — H_2O ; формула крахмала — $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$. N обозначает азот; P — фосфор; K — калий; Fe — железо; S — серу.

Биология — это наука, которая изучает жизнь, то есть все, что касается растений и животных всех видов. (См. [страницу 1](#), «Биология животных».)

КАК ГОРИТ СВЕЧА

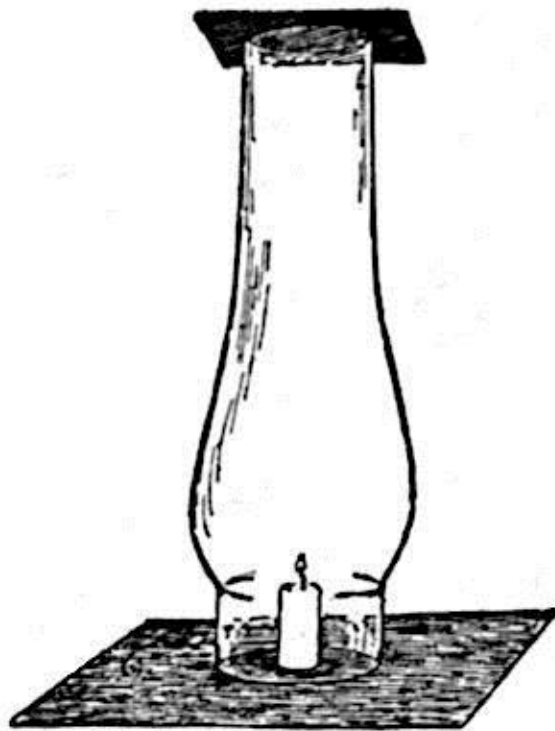
Некоторые из вышеприведенных предположений можно легко объяснить и проиллюстрировать с помощью простых экспериментов с горящей свечой. Следующие инструкции для таких экспериментов составлены Г. В. Кавано.

Для этого упражнения понадобятся: кусок свечи длиной около двух дюймов, колпак для лампы (лучше всего с ровной верхней частью), кусок белой керамики или оконного стекла, кусок тонкой проволоки длиной около шести дюймов, кусочек негашеной извести размером примерно с половину яйца и несколько спичек. Все эти предметы, за исключением, возможно, негашеной извести, можно найти в любом доме. Если вы проводите эксперимент, требующий извести, убедитесь, что вы начинаете с свежего куска негашеной или каменной извести, которую можно приобрести у любого продавца извести или цемента. Во время проведения следующих простых экспериментов ученик должен описывать то, что он видит на каждом этапе. Вопросы, вставленные в текст, предлагаются лишь в качестве предложений по развитию желаемых идей. Ответы — это те, к которым ученики должны прийти или подтвердить своими собственными наблюдениями.

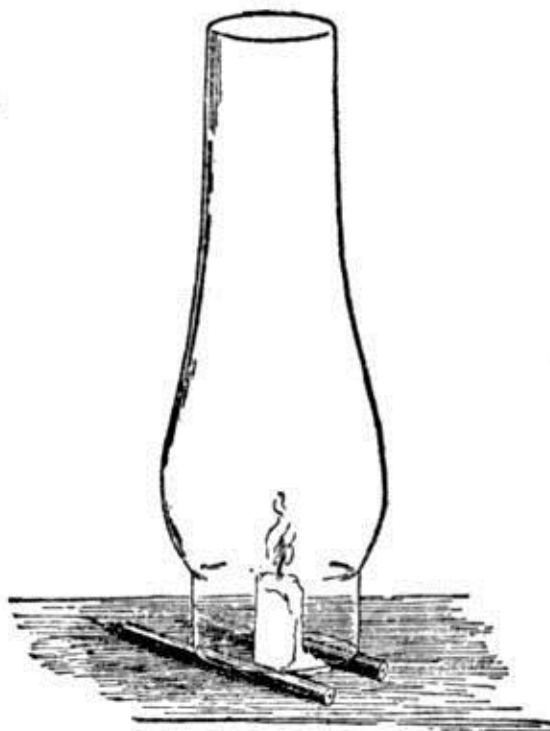
I. Кислород

Зажгите свечу и поставьте ее на лист промокательной бумаги ([А](#)). Что вы видите, что горит? Горит ли что-нибудь кроме свечи? Ответ, вероятно, будет «нет». Давайте посмотрим.

Поместите колпак лампы над зажженной свечой и частично накройте верхнюю часть куском плотной бумаги, как показано [на рис. А](#). Попросите учеников понаблюдать и описать, как гаснет пламя, *т. е.* что оно гаснет постепенно, а не мгновенно. Почему пламя погасло? Вероятная мысль будет такой: «Потому что не было воздуха». (Если бы в колпаке не было воздуха, часть его могла бы попасть в верхнюю часть).



А. — Начало эксперимента со свечой.



В.—Подача воздуха под дымоход.

Поместите два карандаша рядом с зажженной свечой и на них дымоход ([B](#)). В чем разница между тем, как горит свеча сейчас, и тем, как она горела до того, как над ней был установлен дымоход? Она мерцает или танцует больше. Что заставляет мальчиков и девочек из танцевать, когда они выходят из теплой классной комнаты? Что заставляет пламя танцевать или мерцать, когда дымоход поднимается карандашами? Потому что под дымоходом поступает свежий воздух.

Повторите первый эксперимент, в котором пламя постепенно уменьшается, пока не погаснет. Почему пламя теперь гаснет? Действительно ли необходим свежий воздух, чтобы пламя продолжало гореть?

Чтобы доказать это, зажгите свечу снова. Поставьте над ней дымоход, теперь полностью закрыв его верхнюю часть листом бумаги. Приготовьте зажженную щепку или спичку и, как только свеча погаснет, снимите бумагу с верхней части дымохода и вставьте зажженную щепку. Почему свет на щепке гаснет? Что стало с свежестью, которая была в воздухе? Она была уничтожена горящей свечой.

Очевидно, что между несгораемым воздухом и сгораемым воздухом есть определенная разница, поскольку пламя может гореть только в воздухе, обладающем свойством, известным как свежесть. Это свойство свежего воздуха обусловлено кислородом, обозначаемым буквой О. Почему щепка погасла мгновенно, а пламя свечи погасло постепенно? Когда щепка была вставлена, в воздухе не было свежести и кислорода, в то время как когда свеча была помещена под дымоходом, в ней был весь кислород, который изначально находился в воздухе внутри дымохода.

Постарайтесь четко понять следующий момент: свеча не погасла, пока в воздухе был кислород, а щепка погасла мгновенно, потому что кислорода не осталось.

Зажгите свечу снова. Теперь можно повторить предыдущий вопрос: горит ли что-нибудь еще, кроме свечи?

Когда тема о необходимости свежего воздуха и, следовательно, кислорода для горения свечи кажется понятной, можно задать следующие вопросы, а также любые другие, которые приходят в голову: Почему в печах открывают тягу? Почему дно «горелки» на лампе всегда полно отверстий?

II. Углерод

Давайте теперь посмотрим на почерневший конец сгоревшей спички или щепки. Это черное вещество обычно известно под названием уголь. При прикосновении к нему пальцы чернеют. Попробуйте это. То же вещество находится на дне чайников, которые использовались на дровяном огне, но там оно имеет вид мелкого порошка.

Давайте посмотрим, что горело, когда зажигалась свеча, кроме кислорода в воздухе. Зажгите свечу снова и подержите фарфор или стекло примерно в дюйме над яркой частью пламени. Что с ним происходит? Затем опустите его прямо в пламя ([C](#)). Что это за черное вещество, которое оседает на стекле? Посмотрите внимательно и посмотрите, не оседает ли оно здесь также в виде мелкого порошка. Почернеют ли пальцы от этого осадка со свечи?



С.—УГЛЕРОД (или САЖА) ОСЕДАЕТ НА СТЕКЛЕ.

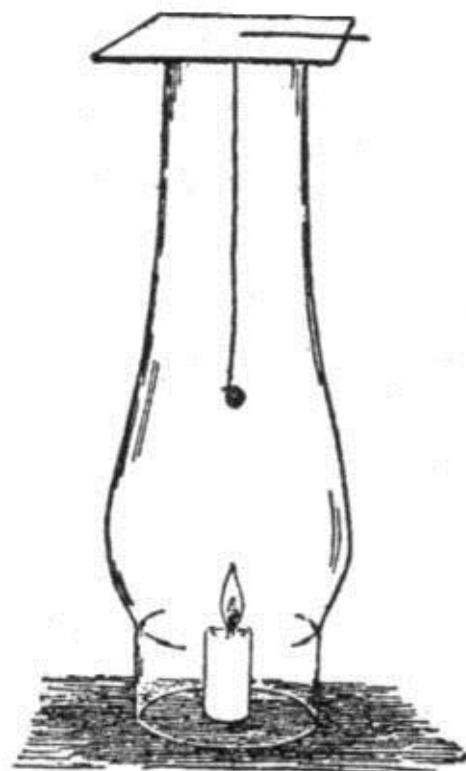
Вместо того, чтобы называть это черное вещество *углем*, давайте назовем его *углеродом*, что будет более подходящим названием, поскольку существует несколько видов углерода, а уголь — это только тот вид, который довольно легкий и легко окрашивает руки в черный цвет.

Углерод из пламени свечи в основном поступает из воска или жира; только очень небольшая часть поступает из фитиля. Его нельзя увидеть в жире, как и в несгоревшей древесине, но его можно найти, когда древесина частично сгорает.

Почему же стекло чернеет, когда его держат в пламени, а не когда держат непосредственно над ним? Это потому, что углерод из свечи не сгорает полностью в середине пламени, а сгорает за пределами яркой части пламени. Когда стекло держат в пламени, углерод, который еще не сгорел полностью, оседает на нем, потому что оно холоднее, чем окружающее пламя.

Тонкий слой углерода может образоваться на любой из светящихся частей пламени; и именно эти тысячи маленьких частиц углерода, раскаленные добела, светятся, как угли в печи « », и дают свет. Как только они полностью сгорают, свет исчезает, так же как угли перестают светиться, когда сгорают дотла.

III. Углекислый газ



D. — ИСПЫТАНИЕ С ПОДВЕШЕННОЙ ПЛЕНКОЙ ИЗВЕСТКОВОЙ ВОДЫ.

Давайте теперь выясним, что происходит с углеродом, который мы находим в яркой части пламени, и с кислородом, который был в воздухе в колбе лампы. Когда свеча погасла в колбе, кислорода не осталось, о чем свидетельствует зажженная щепка, которая сразу же погасла. Также не было обнаружено никаких частиц углерода, кроме тех, что находились на фитиле. Однако оба вещества все еще существуют в колбе, но в совершенно ином состоянии. Пока свеча горела, мелкие частицы углерода, которые мы видим поднимающимися в пламени, соединяются с кислородом воздуха и образуют совершенно новое вещество. Это новое вещество является газом и не видно в воздухе.

Из каких двух веществ состоит это новое вещество? Это CO_2 .

За день до эксперимента поместите немного негашеной извести в половину стакана воды. Когда она будет готова к использованию, на дне появится белый осадок, а на поверхности прозрачной известковой воды — тонкий белый налет. Учащиеся должны увидеть этот белый налет, так как за этим последует вопрос. Сделайте петлю на конце куса проволоки, обернув его вокруг кончика карандаша. Удалите пленку с известковой воды с помощью кусочка бумаги и опустите петлю в прозрачную воду. При извлечении петля должна удерживать пленку прозрачной воды. Пропустите проволоку через кусок картона или плотной бумаги и расположите, как показано на рисунке D.

Поместите дымоход над зажженной свечой. Опустите петлю в дымоход и накройте верхнюю часть дымохода бумагой. Извлеките проволоку через две минуты после того, как свеча погаснет. Обратите внимание на мутный вид пленки воды на проволоке. Мутность была вызвана углекислым газом, образовавшимся во время горения свечи.

Не используя свечу, повесьте свежееувлажненную проволоку в пустой дымоход. Оставьте пленку из известковой воды в дымоходе на такое же время, как и при использовании свечи. Теперь она не становится мутной. Мутность в чистой известковой воде является тестом или признаком присутствия углекислого газа.

Что вызвало появление белой пены на известковой воде, которая стояла всю ночь?

Как CO_2 попадает в воздух? Он образуется при сжигании древесины, угля, нефти или газа.

Количество CO_2 в обычном воздухе очень мало, всего три части на десять тысяч. Если оставить известковую воду в контуре « » на достаточно длительное время в воздухе, она станет мутной. Причина, по которой она так быстро мутнеет при горении свечи, заключается в том, что образуется большое количество CO_2 . Помимо реального пламени, CO_2 образуется каждый раз, когда мы выдыхаем воздух. Обновите пленку воды в контуре и осторожно дышите на нее в течение двух-трех минут.

Наличие CO_2 в дыхании можно лучше продемонстрировать, перелив часть прозрачной известковой воды в чистый стакан и подув в него через соломинку.

Почему вода тушит огонь? Ответ заключается не только в том, что она смачивает и перекрывает доступ свободного кислорода, но и в том, что она охлаждает углерод, который должен быть горячим, чтобы соединиться с кислородом, и не дает кислороду из воздуха приблизиться к углероду так же, как раньше.

БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

ГЛАВА I

НЕТ ДВУХ ОДИНАКОВЫХ РАСТЕНИЙ ИЛИ ИХ ЧАСТЕЙ

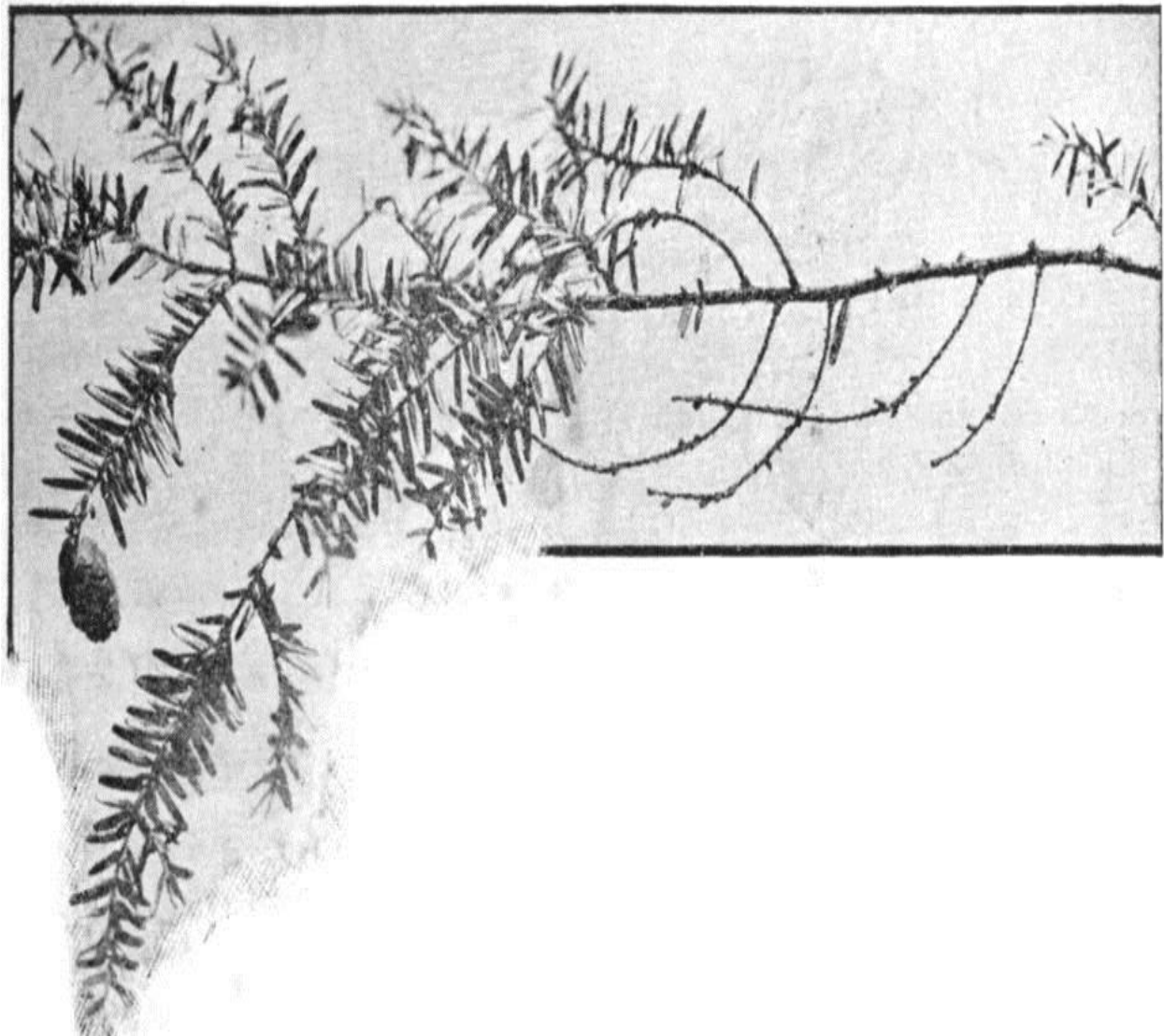


Рис. 1. — Нет двух одинаковых ветвей. (Болиголов.)

Если сравнить *два растения* одного вида, даже очень похожих, то можно обнаружить, что они *отличаются друг от друга*. Различия проявляются в размере, форме, цвете, способе ветвления, количестве листьев, количестве цветов, силе роста, сезоне созревания и т. п. Иными словами, все растения и животные *отличаются от предполагаемого или стандартного типа*.

Если сравнить *две любые ветви или прутья* на дереве, то можно заметить, что они отличаются по размеру, возрасту, форме, силе роста и другим параметрам ([рис. 1](#)).

Если сравнить *любые два листа*, то можно заметить, что они отличаются по размеру, форме, цвету, жилкованию, опушению, отметинам, краю или другим мелким особенностям.

В некоторых случаях (как у на [рис. 2](#)) различия настолько велики, что их легко увидеть даже на небольшом черно-белом рисунке.



Если ученик расширит свои наблюдения на животных, он обнаружит ту же самую истину, поскольку, вероятно, *нет двух одинаковых живых объектов*. Если кто-то найдет два объекта, которые, по его мнению, абсолютно одинаковы, пусть он приступит к поиску различий, помня, что *в природе нет ничего настолько маленького или, казалось бы, незначительного, чтобы его можно было не заметить*.

Разнообразие, или различия между органами, а также между организмами, является одним из наиболее значимых фактов в природе.

Предложения. Первое, что ученик должен усвоить о растениях, — это то, что нет двух одинаковых растений. Чтобы понять этот важный факт, нужно внимательно посмотреть на растение, а затем сравнить его с другим растением того же вида или рода. Чтобы направлять и сконцентрировать внимание, целесообразно определить определенное количество признаков, отметок или качеств, на которые следует обратить внимание. 1. Предположим, что два или более растения кукурузы сравниваются по следующим признакам, и ученик пытается определить, полностью ли совпадают их части. Следите за тем, чтобы наблюдение было внимательным и точным. Не допускайте догадок. Проинструктируйте ученика измерить части, когда речь идет о размерах:

- (1) Высота растения.
- (2) Есть ли ветви? Сколько вторичных стеблей или «побегов» от одного корня?
- (3) Оттенок или цвет.
- (4) Сколько листьев?
- (5) Расположение листьев на стебле.
- (6) Измерьте длину и ширину шести основных листьев.
- (7) Количество и расположение початков; цвет шелковины.
- (8) Размер метелки, количество и размер ее ветвей.
- (9) Стадия зрелости или созревания растения.
- (10) Растет ли растение симметрично или оно затеснено другими растениями и вынуждено бороться за свет или место?
- (11) Отметьте все необычные или интересные признаки или особенности.
- (12) Всегда отмечайте сравнительную силу растений.

Примечание для учителя. Учитель должен всегда настаивать на *личном выполнении* работы учениками. Каждый ученик должен *самостоятельно обращаться с объектом и изучать его*. Книги и картинки являются лишь руководством и подспорьем. По возможности изучайте растения или животных *там, где они растут в естественных условиях*.

Записные книжки. Настаивайте на том, чтобы ученики делали полные записи и хранили их в подходящих тетрадях. Ведение записей — мощное средство, помогающее организовать мыслительные процессы и обеспечить точность наблюдений и записей. Ученик должен рисовать то, что он видит, даже если он не умеет хорошо рисовать. Рисунок не должен быть сделан для красоты, а должен помогать ученику в упорядоченном изучении объекта; он должен быть средством самовыражения.

Лаборатория. — Каждая школа, даже самая маленькая, должна иметь лабораторию или рабочую комнату. Эта рабочая комната может быть просто столом в одной части комнаты, где хорошее освещение. Здесь можно раскладывать и изучать образцы. Часто можно добавить аквариум и террариум. Для музея и коллекции следует предусмотреть шкаф или набор полок.

Лаборатория может частично находиться на открытом воздухе, например, в виде школьного сада; или сад может находиться у ученика дома, но при этом оставаться под общим руководством учителя.

ГЛАВА II

БОРЬБА ЗА ЖИЗНЬ

Каждое растение и животное *подвергается неблагоприятным условиям*. Оно вынуждено бороться с этими условиями, чтобы выжить.



Рис. 3. Борьба за жизнь.

Ни одно растение или часть растения не подвергается одинаковым условиям, в которых оно живет. Большие ветви на [рис. 1](#), вероятно, имели больше места и лучший доступ к свету, чем более мелкие. Вероятно, ни один из листьев на [рис. 2](#) не подвергается одинаковому воздействию света и не имеет одинаковых преимуществ в отношении питания, которое они получают от дерева.

Изучите любое дерево, чтобы определить, с какими преимуществами или недостатками могут жить его ветви. Аналогичным образом изучите различные растения в садовом ряду ([рис. 3](#)); или различные кусты в зарослях; или различные деревья в лесу.

Растение приспосабливается к условиям, *подчиняясь им* (то есть умирая) или *адаптируясь к ним*.

Дерево *противостоит холоду*, прекращая активный рост, упрочняя ткани и сбрасывая листья. Многие травянистые или мягкостебельные растения противостоят холоду, умирая до основания и уходя в корневую систему. Некоторые растения противостоят холоду, умирая полностью и давая обильное семя, чтобы продолжить свой род в следующем сезоне.



Рис. 4. Досыгаемость света от дерева на опушке леса.

Растения *приспосабливаются к свету*, растя навстречу ему ([рис. 4](#)); или свешивая листья таким образом, чтобы они улавливали свет; или, в менее солнечных местах, расширяя листовую поверхность или значительно удлиняя стебли, чтобы они возвышались над своими собратьями, как это делают деревья и виноградные лозы.

По мере продвижения вперед адаптация растений станет плодородным полем для изучения.

Борьба за существование и приспособление к условиям относятся к числу наиболее значимых явлений в природе.

Сумма всех условий, в которые помещено растение или животное, называется его **средой**, то есть его окружением. Окружающая среда включает в себя климатические условия, почву, влажность, воздействие света, отношение к запасам пищи, конкуренцию с другими растениями или животными. *Организм сам приспособляется к окружающей среде, иначе он*

ослабевают или умирают. Каждая слабая ветка или растение претерпели какие-то трудности, которые они были не в состоянии полностью выдержать.

Предложения. Ученик должен изучать любое растение или ветку растения с учетом положения или условий, в которых оно растет, и сравнивать одно растение или ветку с другим. Что касается животных, то общеизвестно, что каждое животное настороже, чтобы избежать опасности или защитить себя. **2.** Хорошо бы начать с ветки дерева, как показано на [рис. 1](#). Обратите внимание, что нет двух одинаковых частей ([глава I](#)). Обратите внимание, что некоторые из них большие и прочные и что они расположены дальше всего к свету и пространству. Некоторые из них очень маленькие и слабые, едва способные выжить в условиях конкуренции. Некоторые умерли. Ученик может легко определить, какие из мертвых ветвей погибли первыми. Он должен обратить внимание на положение ветки на дереве и определить, находится ли большая часть мертвых веток ближе к центру верхушки дерева или к его внешней стороне. Определите, произошла ли авария с какой-либо из деталей. **3.** Пусть ученик изучит верхушку любой толстой старой яблони, чтобы увидеть, ведется ли там какая-либо борьба за существование и не погибли ли какие-нибудь ветви. **4.** Если у ученика есть доступ в лес, пусть он определит, почему на стволах старых деревьев нет веток. Осмотрите дерево того же вида, растущее в открытом поле. **5.** Густо посеянные грядки салата или других растений вскоре покажут конкуренцию между растениями. Любой рядок забора или заросшее сорняками место также покажет это. Почему фермер уничтожает сорняки среди кукурузы или картофеля? Как цветоводу удастся снизить конкуренцию до минимума? каков результат?

ГЛАВА III

ВЫЖИВАНИЕ В ХОРОШЕЙ ФОРМЕ

Растения, которые наиболее идеально соответствуют своим условиям, способны сохраняться. *Они увековечивают сами себя.* Их потомство, вероятно, унаследует некоторые качества, которые позволили им успешно противостоять жизненной битве. *Приспособленные* (те, кто лучше всего приспособлен к своим условиям) , как правило, *выживают.*

Приспособление к условиям зависит от факта изменчивости; то есть, если бы растения были совершенно жесткими или неизменными (все совершенно одинаковые), они не смогли бы приспособиться к новым условиям. Условия обязательно являются новыми для каждого организма. *Невозможно представить абсолютно негибкую и стабильную последовательность растений или животных.*

Размножение.—Человек способен изменять растения и животных. Все наши обычные домашние животные очень непохожи на своих первоначальных предков. Таким образом, все наши обычные и давно культивируемые растения произошли от своих предков. Даже у некоторых растений, выращиваемых менее века, заметны изменения: сравните обыкновенную черноплодную малину с ее обычным диким предком или культивируемую ежевику с дикой формой.



Рис. 5. Желательные и нежелательные виды хлопчатника. Почему?

Выбирая семена понравившегося ему растения, селекционер может быть способен при данных условиях произвести несколько растений с более или менее желаемыми качествами; из лучших из них он может снова выбрать; и так далее, пока раса не станет значительно улучшенной ([рис. 5](#), [6](#), [7](#)). Этот процесс непрерывного выбора наиболее подходящих растений известен как **отбор**. В чем-то похожий процесс протекает в дикой природе, и тогда он известен как **естественный отбор**.

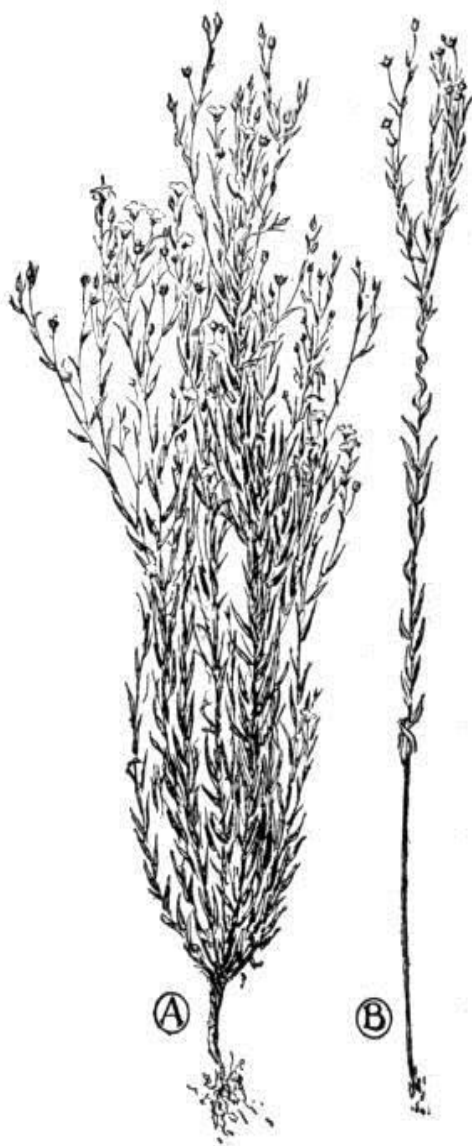


Рис. 6. Селекция льна—долгунца.

A - растение, выращиваемое для производства семян; *B*- для производства волокна. Почему?



Рис. 7.—РАЗВЕДЕНИЕ.

A, результат размножения из самых мелких зерен (через четыре года), средний кочан; *B*, результат размножения из самых пухлых и тяжелых зерен (через четыре года), средний кочан.

Предложения.—**6.** Каждый ученик должен провести хотя бы один простой эксперимент по отбору семян. Он может отобрать зерна с лучшего растения кукурузы на поле, а также с самого бедного растения, имея в виду не столько случайный размер и силу растений, которые могут быть обусловлены случайными условиями на поле, сколько внешнюю силу и размер, количество колосьев, величину початков, совершенство початков и зерен, привычку растения к сосанию и тому подобное. Семена можно сохранить и высеять на следующий год. Любой урожай, без сомнения, можно значительно улучшить с помощью тщательного процесса отбора, растянутого на ряд лет. Урожайность или эффективность сельскохозяйственных культур повышается тремя способами: улучшением общего ухода; обогащением почвы, на которой они произрастают; вниманием к селекции.

ГЛАВА IV

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА

За долгое время, в течение которого растения приспосабливались к меняющимся условиям, в которых они вынуждены расти, *они стали приспособленными ко всем различным средам*. Таким образом, определенные растения могут жить вместе или рядом друг с другом, и все они наслаждаются одними и теми же общими условиями и окружением. Эти скопления растений, приспособленных к сходным общим условиям, известны как **растительные сообщества**.

Влажность и температура являются ведущими факторами, определяющими растительные сообщества. Великие географические общества или совокупности растительного мира удобно ассоциировать главным образом с обеспечением влагой, как: *общества влажного региона*, включающие водную и болотную растительность ([рис. 8](#)); *общества засушливого региона*, включающие растительность пустынь и большей части песчаного региона; *общества среднего региона*, включающие смешанную растительность промежуточных регионов ([рис. 9](#)), это самый распространенный тип. Большая часть характерных пейзажей любого места обусловлена его растительным сообществом. Растения засушливых регионов обычно имеют маленькие и жесткие листья, которые, по-видимому, предотвращают слишком быструю потерю воды. Обычно они также характеризуются жестким ростом, волосатым покровом, колючками или сильно сжатым телом растения и часто большими подземными частями для хранения воды.

Растительные сообщества также можно различать по широте и температуре. Существуют *тропические общества*, *общества умеренного пояса*, *бореальные* или *общества холодного региона*. Что касается высоты, общества могут быть классифицированы как *низменные* (которые в основном относятся к влажным регионам), *промежуточные* (в основном средние регионы), *субальпийские* или *среднегорные* (которые в основном являются бореальными), *альпийские* или *высокогорные*.

Приведенные выше классификации относятся главным образом к великим географическим флорам или обществам. Но существуют *общества внутри обществ*. Существуют небольшие общества, знакомые каждому человеку, который когда-либо видел растения, растущие в естественных условиях. Существуют сообщества обочин дорог, рядов заборов, лужаек, зарослей, пастбищ, дюн, лесов, утесов, амбарных дворов. *Каждое отдельное место имеет свою характерную растительность*. Обратите внимание на небольшие сообщества на [рис. 8](#) и [9](#). В первом - общество водяных лилий и общество кошачьих хвостов. В последнем есть травяные, кустарниковые и лесные сообщества.

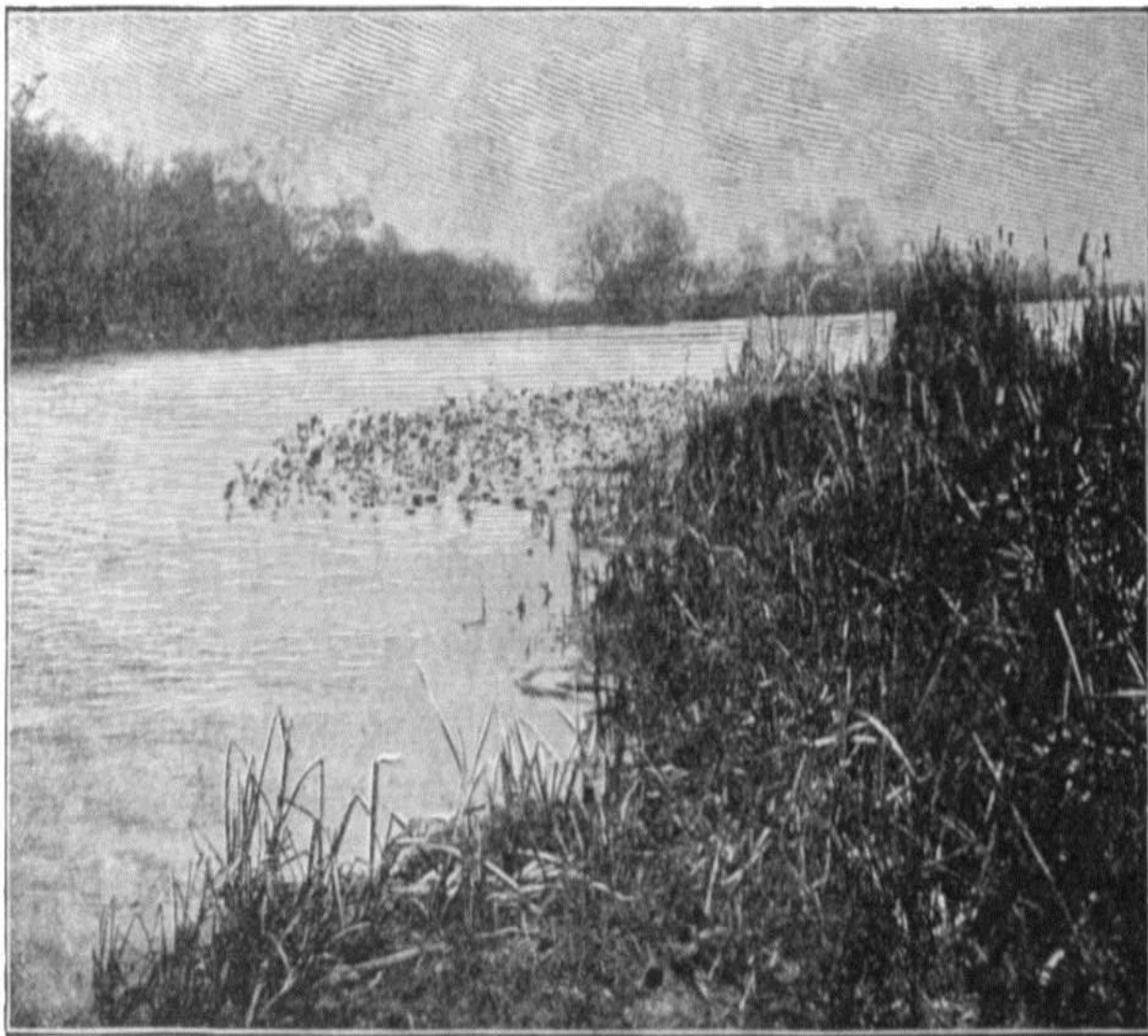


Рис. 8.Общество влажных регионов.

Некоторые сведения о растительных сообществах. Сообщества могут состоять из разбросанных и смешанных растений или из плотных скоплений или групп растений. Плотные скопления или группы обычно состоят из одного вида растений, и тогда они называются **колониями**. Колонии большинства растений преходящи: через короткое время среди них закрепляются другие растения, и результатом является смешанное общество. Заметными исключениями из этого правила являются травяные колонии и лесные колонии, в которых один вид растений может сохраняться годами и столетиями.

На большой недавно расчищенной территории растения обычно *сначала образуют плотные колонии*. Обратите внимание на обширные заросли крапивы, самоцветных сорняков, умных сорняков, клоунады, пожарных сорняков на недавно расчищенных, но заброшенных болотах, а также на пожарные сорняки на недавно сожженных участках, злаковые сорняки в заброшенном саду, амброзию и майские сорняки вдоль недавно обработанного шоссе. Конкуренция между собой и со своими соседями в конечном итоге приводит к распаду колоний, и *результатом обычно является смешанная флора*.



Рис. 9. Общество Среднего региона.

Во многих частях мира *общей тенденцией заброшенных территорий является переход в леса*. Все растения устремляются на расчищенную территорию. Тут и там закрепляются кусты. Появляются молодые деревца; со временем они затеняют кусты и приобретают господство. Иногда местность зарастает тополями или березами, и люди удивляются, почему первоначальные лесные деревья не возвращаются; но эти лесные деревья могут расти незаметно то тут, то там в зарослях, и с течением времени тополя погибают — потому что они недолговечны — и первоначальный лес может быть заменен. Вернется ли тот или иной вид леса, будет частично зависеть от видов, которые наиболее богаты семенами в данной местности и которые, следовательно, засеяли себя наиболее обильно. Многое зависит также от вида подлеска, который появляется первым, поскольку некоторые молодые деревья могут переносить большую или меньшую тень, чем другие.



Рис. 10. Заросли и подлесок в трех рядах, —деревья, кустарники, трава.

Некоторые растения *ассоциируются*. Они растут вместе. Это возможно в основном потому, что они расходятся или различаются по характеру. Растения объединяются двумя способами: *произрастая бок о бок*; *произрастая сверху или снизу*. В малонаселенных обществах растения могут расти бок о бок друг с другом. Однако в большинстве случаев наблюдается *чрезмерный рост* и *подлесок*: один вид растет под другим. Растения, которые приспособились к тени, обычно представляют собой подлесок. На болоте кошачий хвост на дне растут травы и другие узколистные растения, но случайный наблюдатель обычно их не видит. Обратите внимание на подлесок в лесу или под деревьями ([рис. 10](#)). Обратите внимание, что в сосновых и еловых лесах почти нет подлеска, отчасти потому, что здесь очень мало света.

На одной и той же территории сообщества могут *отличаться в разное время года*. Есть весенние, летние и осенние сообщества. Холм, на котором в июне прохладно от травы и клубники, в сентябре может расцвести золотарником. Если банку осматривают в мае, поищите молодые растения, которые должны покрыть ее в июле и октябре; если в сентябре, найдите отмершие стебли майской флоры. Что приходит на смену сунсовой капусте, печеночникам, триллиумам, флоксам, фиалкам, весенним лютикам? Что предшествует диким подсолнухам, амброзии, астрам и золотарнику осени?

Пейзаж.— В значительной степени *колорит ландшафта* определяется характером растительных сообществ. Вечнозеленые сообщества остаются зелеными, но оттенок зеленого меняется от сезона к сезону; весной он яркий и мягкий, становится тусклым в середине лета и осенью, а зимой приобретает тусклый желто-зеленый или черно-зеленый оттенок. Лиственные сообщества заметно различаются по цвету — от тусклых коричневых и серых оттенков зимы до коричнево-зеленых и оливково-зеленых оттенков весны, степенной зелени лета и ярких красок осени.

В *осенних красках* сочетаются оттенки зеленого, желтого и красного. Окраска варьируется в зависимости от вида растения, особого местоположения и сезона. Даже у одного и того же вида отдельные растения различаются по цвету; и эта индивидуальность обычно отличает

растение из года в год. То есть дуб, который этой осенью стал темно-бордовым, скорее всего, будет демонстрировать такую гамму цвета каждый год. Осенний цвет ассоциируется с естественной зрелостью и отмиранием листьев, но наиболее ярким он бывает при длительном и открытом падении - в основном потому, что в такие сезоны листва созревает более постепенно и сохраняется дольше. Вполне вероятно, что осенние оттенки бесполезны для растения. *Осенние цвета не вызваны морозами.* Из-за продолжительных сухих дождей и большого разнообразия растений осенний колорит американского пейзажа феноменален.

Экология.—Изучение взаимоотношений растений и животных друг с другом, временами года и окружающей средой известно как **экология** (в словарях до сих пор пишется *æcology*). В нем рассматриваются привычки, места обитания и образ жизни живых существ — места, в которых они растут, способы их миграции или распространения, способы сбора пищи, время и сезоны их цветения, производство молодняка и тому подобное.

Рекомендации.—Одним из лучших предметов для школьного преподавания ботаники является изучение растительных сообществ. Это придает экскурсиям определенности и пикантности. **7.** Пусть каждая экскурсия будет посвящена одному или двум сообществам. Побывайте в один день на болоте, в другой день в лесу, в другой раз на пастбище или лугу, в другой раз на обочине дороги, в третий раз на заросшем травой поле, в третий раз на утесе или в овраге. Посещайте берега, когда это возможно. Каждому ученику должен быть отведен участок земли — скажем, 10 или 20 квадратных футов — для специального изучения. Он должен составить список, показывающий (1), сколько видов растений в нем содержится, (2) относительную распространенность каждого из них. Следует сравнить списки, составленные в разных регионах. Не имеет большого значения, знает ли ученик не все растения. Он может сосчитать виды, не зная названий. Хороший план для ученика - приготовить высушенные образцы каждого вида для справки. Ученик должен попытаться выяснить, почему растения растут так, как они растут. Обратите внимание, какие виды растений растут рядом друг с другом; какие являются подлеском, а какие зарослями; какие прямостоячие, а какие широко раскидистые. *Бросьте вызов каждому растительному сообществу.*

ГЛАВА V

ТЕЛО РАСТЕНИЯ

Части растения.— Знакомые нам растения состоят из нескольких отдельных частей. Наиболее заметными из этих частей являются *корень, стебель, лист, цветок, плод, и семя*. Знакомые растения удивительно различаются по размеру и форме— от хрупких грибов, нежных водорослей и прудовой пены до плавающих листьев, мягких трав, жестких сорняков, высоких кустарников, стройных вьющихся растений, гигантских деревьев и свисающего мха.

Часть стебля.— У большинства растений есть *основная центральная часть или стержень*, на котором держатся другие или *второстепенные части*. Эта основная часть является **осью установки**. Над землей у большинства растений основная ось растения несет на себе *ветви, листья и цветы*; под землей она несет на себе *корни*.

Жесткая часть растения, которая сохраняется в течение зимы и которая остается после опадания листьев и цветов, является **каркасом** растения. Каркас состоит как из корня, так и из стебля. Когда растение умирает, каркас некоторое время остается, но он медленно разлагается. Сухие зимние стебли сорняков являются каркасом или скелетом растения ([фиг. 11](#) и [12](#)). Каркас деревьев - наиболее заметная часть растения.

Корневая часть.— Корень несет стебель на своей вершине, но в остальном он обычно несет только *корневые ответвления*. На стебле, однако, есть *листья, цветы, и плоды*. Те живые поверхности растения, которые больше всего подвержены воздействию света, *зеленые или ярко окрашенные*. Корень имеет тенденцию расти *вниз*, но стебель имеет тенденцию расти *вверх, к свету и воздуху*. Растение закрепляется в почве корнями. Растения называют “земляными паразитами”.

Часть Листвы.— *Листья предшествуют цветкам* с точки зрения времени жизни растения. *Цветы всегда появляются раньше плодов и семян*. Многие растения погибают, когда семена созревают. Вся масса листьев любого растения или любой ветви известна как *его листва*. В некоторых случаях, как у крокусов, цветки, кажется, появляются раньше листьев; но листья, которые послужили пищей для этих цветов, выросли в предыдущем году.



Рис. 11. Растение дикого подсолнечника.

Рис. 12.—Каркас рис. 11.

Поколение растений.—Ход жизни растения со всеми событиями, через которые растение проходит естественным путем, известен как **жизненная история** растения. История жизни охватывает различные стадии, или эпохи, как *спящее семя, прорастание, рост, цветение,*

плодоношение. Некоторые растения созревают за несколько недель или месяцев, а некоторые живут столетиями.

Весь период жизни растения называется **поколением**. Это весь период от рождения до обычной смерти, без привязки к различным стадиям или событиям, через которые он проходит.

Поколение начинается с *молодого семени*, а не с прорастания. *Это заканчивается смертью*, то есть когда ни в одной части растения не остается жизни, и остается только семя или спора для сохранения вида. У луковичных растений, таких как лилия или лук, генерация не прекращается до тех пор, пока луковица не отмерет, даже если верхушка отмерла.

Когда генерация длится всего один сезон, растение считается **однолетним**. Когда бывает два сезона, он **раз в два года**. Двулетники обычно цветут на второй год. При трех или более сезонах растение является **многолетним**. Примерами однолетних растений являются поросенок, фасоль, горох, садовый подсолнечник; из двулетников - примула вечерняя, коровяк, ласка; из многолетников - щавель, большинство луговых трав, кошачий хвост и все кустарники и деревья.

Продолжительность жизни растительного тела.—Более или менее мягкие структуры растений, которые отмирают в конце сезона, называются **травянистыми**, в отличие от **одревесневших** или **древесных**. Растение, которое является травянистым по отношению к земле, называется **травой**; но у травы может быть древесный или многолетний корень, и в этом случае его называют **травянистым многолетником**. Однолетние растения классифицируются как травы. Примерами травянистых многолетников являются лютики, кровоточащее сердце, фиалка, водяная лилия, бермудская трава, хрен, щавель, одуванчик, золотая розга, спаржа, ревень, многие дикие подсолнухи ([рис. 11, 12](#)).

Многие травянистые многолетники имеют *короткие поколения*. Они становятся слабыми в течение одного или двух сезонов цветения и постепенно отмирают. Таким образом, красный клевер обычно начинает увядать на второй год. Садоводы знают, что лучшее цветение мальвы, живокости, пинк и многих других растений достигается, когда растениям всего два-три года.

Травянистые многолетние растения, которые каждый сезон отмирают до луковиц или клубней, иногда называют **псевдолетними** (то есть *false annuals*). К таковым относятся лилии, крокусы, лук, картофель, крапива обыкновенная и ложное индиго южных штатов.

Настоящие однолетники достигают старости в первый год. Растения, которые обычно являются многолетними, *могут стать однолетними в климате с более коротким сезоном*, поскольку погибают от заморозков, а не от естественной гибели в конце сезона роста. Это климатические однолетники. В регионе с коротким сезоном такие растения называются **многолетними**. Многие тропические многолетники, выращиваемые на севере, являются многолетними, но к ним относятся как к настоящим однолетним растениям, потому что они дают достаточный урожай в тот же сезон, в который были посеяны семена, чтобы их стоило выращивать, например, помидоры, красный перец, клещевину, хлопок. Назовите несколько овощей, которые сажают на огородах в расчете на то, что они будут плодоносить до наступления заморозков.



Рис. 13.—Кустарник. Кизил ивовый.

Древесные или одревесневшие растения обычно живут дольше, чем травы. Те, которые остаются низкими и дают несколько или много похожих побегов от основания, называются **кустарниками**, такими как сирень, роза, бузина, ивняк ([рис. 13](#)). Низкие и густые кустарники - это **заросли**. Растения, образующие один основной ствол и более или менее приподнятую головку, называются **деревьями** ([рис. 14](#)). Все кустарники и деревья многолетние.

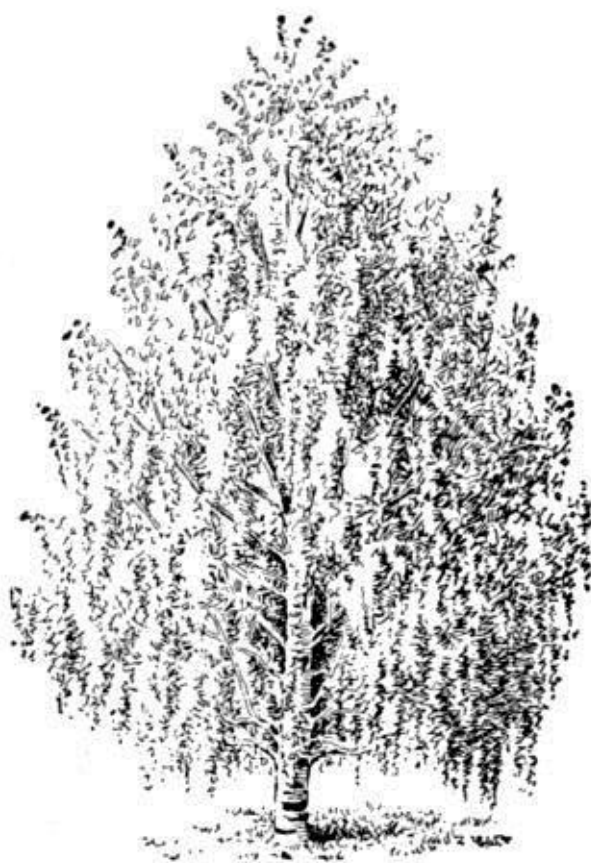


Рис. 14.—ДЕРЕВО. Плакучая береза.

Каждое растение прилагает усилия к *размножению или сохранению своего вида*; и, насколько мы можем видеть, это цель, ради которой живет само растение. *Семя или спора - это конечный продукт растения.*

Предложения.—**8.** Учитель может назначить каждому ученику одно растение на школьном дворе, или в поле, или в горшке и попросить его указать пункты урока. **9.** Учитель может нанести на доску названия многих распространенных растений и попросить учеников классифицировать их на однолетние, псевдолетние, многолетние (или климатические однолетники), двулетние, многолетние, травянистые многолетники, одревесневшие многолетники, травы, кустарники, деревья. Каждое растение, выращиваемое на ферме, должно быть классифицировано следующим образом: пшеница, овес, кукуруза, гречиха, тимopheевка, клубника, малина, смородина, табак, люцерна, лен, малиновый клевер, хмель, коровий горох, полевая фасоль, батат, арахис, редис, сахарный тростник, ячмень, капуста и другие. Назовите все известные вам виды деревьев.

ГЛАВА VI

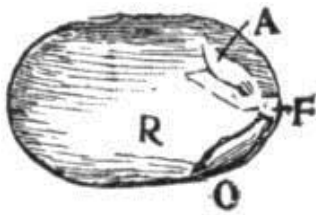


Рис. 15. Части фасоли.

R- семядоль; O- стебелек; A - перышко; F- первый узел.

СЕМЕНА И ПРОРАСТАНИЕ

Семя содержит *миниатюрное растение*, или **зародыш**. Зародыш обычно состоит из трех частей, получивших названия: стебель, или **цветоножка**; семенной лист, или **семядоль** (обычно 1 или 2); почка, или **перышко**, лежащее между семядолями или над ними. Эти части хорошо видны у обыкновенной фасоли ([рис. 15](#)), особенно когда семена были замочены на несколько часов. Одна из крупных семядолей, составляющая половину боба, показана в R. Стебелек находится в O. Оперение показано на A. Семядоли прикрепляются к стебельку в точке F: *эту точку можно принять за первый узел или сочленение*.

Количество семян-листьев.—Все растения, имеющие *два семенных листа*, принадлежат к группе, называемой **двудольные**. Такие семена во многих случаях легко раскалываются пополам, *например*, фасоль. У некоторых растений в семени есть только *один* семенной лист. Они образуют группу растений, называемых **однодольными**. Индийская кукуруза - пример растения только с одним семенным листом: кукурузное зерно не раскалывается на половинки, как это делает фасоль. Семена семейства сосновых содержат более двух семядолей, но для наших целей они могут быть отнесены к двудольным, хотя на самом деле образуют другую группу.

Эти две группы — двудольные и однодольные — представляют два больших естественных подразделения растительного царства. К двудольным относятся древесные деревья и кустарники с корой (кроме хвойных) и большинство трав умеренного климата, за исключением злаков, осоки, тростника, лилий и орхидей. Цветочных частей обычно по пять или кратно пяти, листья в основном с сетчатыми прожилками, кора или кожура отчетливые, а стебель часто с сердцевинкой в центре. Однодольные растения обычно состоят из трех или кратных трем цветковых частей, листья длинные с параллельными прожилками, кора неразрывная, а стебель без сердцевинки в центре.

Каждое семя *снабжено пищей* для поддержки прорастающего растения. Обычно такой пищей является крахмал. Пища может храниться *в семядолях*, как у фасоли, гороха, тыквы; или *вне семядолей*, как у клещевины, сосны, индийской кукурузы. Когда пища находится снаружи или вокруг эмбриона, ее обычно называют **эндоспермом**.



Рис. 16. Внешние части фасоли.

Семенная оболочка; Отметины на семенах.—Зародыш и эндосперм заключены в оболочку, состоящую из двух или более слоев и известную как **семенные оболочки**. Над концом стебелька находится крошечное отверстие или тонкое место в оболочках, известное как **микропил**. Это точка, в которой пыльцевая трубка входит в формирующуюся семязачаток и через которую при прорастании происходит разрыв цветоножки. Микропил показан в точке *М* на [рис. 16](#). Рубец, где семя отделилось от своего фуникулуса (или плодоножки, которая прикрепляла его к стручку), называется **рукояткой**. Он занимает треть длины боба на [рис. 16](#). У семян всегда присутствуют рубчик и микропил, но они не всегда расположены близко друг к другу. Во многих случаях трудно идентифицировать микропил в спящем семени, но о его местонахождении сразу же свидетельствует выступающая цветоножка, когда начинается прорастание. Напротив микропиля в бобе (на другом конце рукояти) находится возвышение, известное как **раф**. Он образуется в результате соединения фуникулуса, или семенной ножки, с семенными оболочками, и через него передавалась пища для развития семени, но теперь оно не функционирует.

Семена удивительно различаются по размеру, форме, цвету и другим характеристикам. Они также различаются по долговечности. Эти характеристики *свойственны виду*. Некоторые семена сохраняют жизнь всего несколько недель или даже дней, в то время как другие будут “храниться” в течение десяти или двадцати лет. В особых случаях семена сохраняли жизнеспособность дольше этого предела, но истории о том, что живые семена возрастом в несколько тысяч лет были извлечены из обертки мумий, необоснованны.

Прорастание.—Эмбрион не мертв; он всего лишь находится в состоянии покоя. *При поступлении влаги, тепла и кислорода (воздуха) он пробуждается и растет: этот рост называется прорастанием.* Какое-то время эмбрион питается запасенной пищей, но постепенно саженец закрепляется в почве и сам добывает себе пищу. *Когда саженец, наконец, сможет самостоятельно передвигаться, прорастание завершено.*

Ранние стадии прорастания.—Сначала прорастающее семя *впитывает воду и набухает*. Крахмалистые вещества постепенно становятся растворимыми. Семенные оболочки разрываются, появляются цветоножка и перышко. Во время этого процесса семя *свободно дышит, выделяя диоксид углерода (CO₂)*.

Цветоножка обычно удлиняется, и от ее нижнего конца отходят корни. Удлиняющийся стебелек известен как **гипокотиль** (“ниже семядолей”). То есть гипокотиль - это та часть стебля проростка, которая лежит между корнями и семядолями. *Общее направление молодого гипокотилия, или формирующегося стебелька, - вниз.* Как только образуются корни, он закрепляется, и его последующий рост имеет тенденцию поднимать семядоли над землей, как у фасоли. Когда семядоли поднимаются в воздух, говорят, что прорастание происходит **надземно** (“над землей”). Примерами являются фасоль и тыква. Когда гипокотиль не сильно удлиняется и семядоли остаются под землей, прорастание происходит **гипогеально** (“под землей”). Примерами могут служить горох и красная стручковая фасоль ([рис. 48](#)). Когда прорастающее семя лежит на твердой поверхности, например, на плотно утрамбованной почве, гипокотиль и корешки могут оказаться не в состоянии закрепиться и принимать гротескные формы. ([Рис. 17.](#)) Попробуйте это с горошком и фасолью.

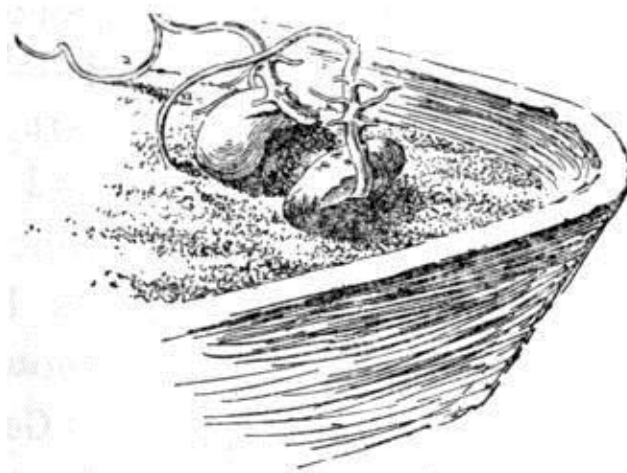


Рис. 17.—Горох. Гротескные формы, принимаемые, когда корни не могут проникнуть в почву.

Первое междоузлие (“между узлами”) над семядолями - это **эпикотиль**. Это поднимает перышко в воздух, и *перистые листья распускаются, превращаясь в первые настоящие листья растения*. Однако эти первые настоящие листья могут быть совсем непохожи на более поздние по форме.

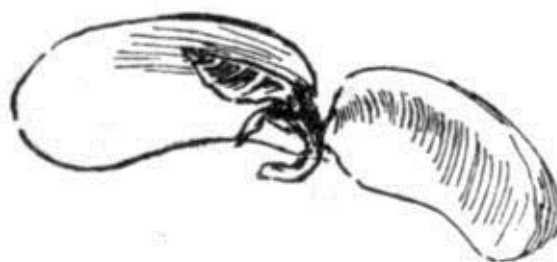


Рис. 18. Семядоли прорастающих бобов раздвигаются, показывая удлиненную цветоножку и Перышко.

Прорастание фасоли.—У обыкновенной фасоли, как мы видели ([рис. 15](#)), есть семядоли, которые занимают все пространство внутри семенных оболочек. Когда появляется гипокотиль, или удлиненный стебелек, перистые листья начинают увеличиваться и раскрываться ([рис. 18](#)). Гипокотиль быстро удлиняется. Один его конец удерживается корнями. Другой удерживается оболочками семян в почве. Поэтому он принимает форму петли, и центральная часть петли “всплывает” первой (*а*, [рис. 19](#)). Вскоре семядоли выходят из семенных оболочек, и растение выпрямляется, а семядоли разрастаются. Эти семядоли, или “половинки боба”, сохраняются в течение некоторого времени (*б*, [рис. 19](#)). Они часто становятся зелеными и, вероятно, выполняют какую-то функцию листвы. Из-за своего большого размера лимская фасоль хорошо демонстрирует все эти части.

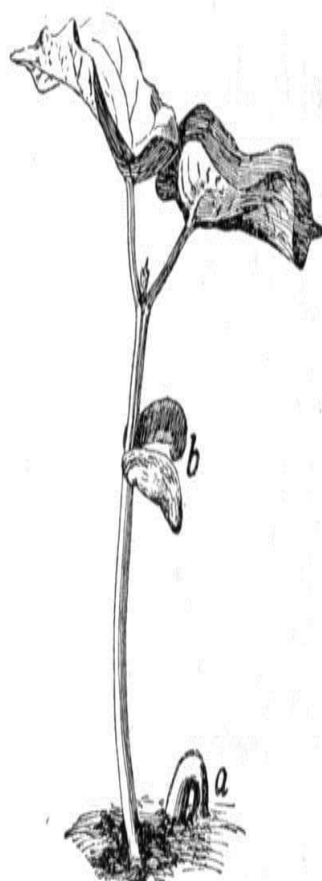


Рис. 19.Проращение фасоли.



Рис. 20.Проращение клещевины.

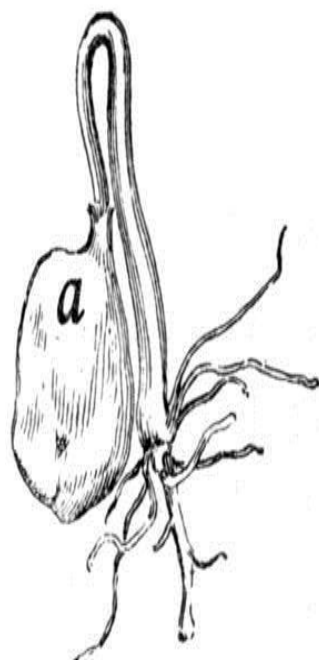


Рис. 21. Прорастание клещевины.

Эндосперм в *a*.

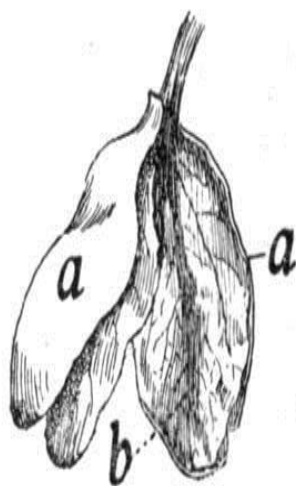


Рис. 22.—КАСТОРОВАЯ ФАСОЛЬ.

Эндосперм в *a*, *a*; семядоли в *b*.

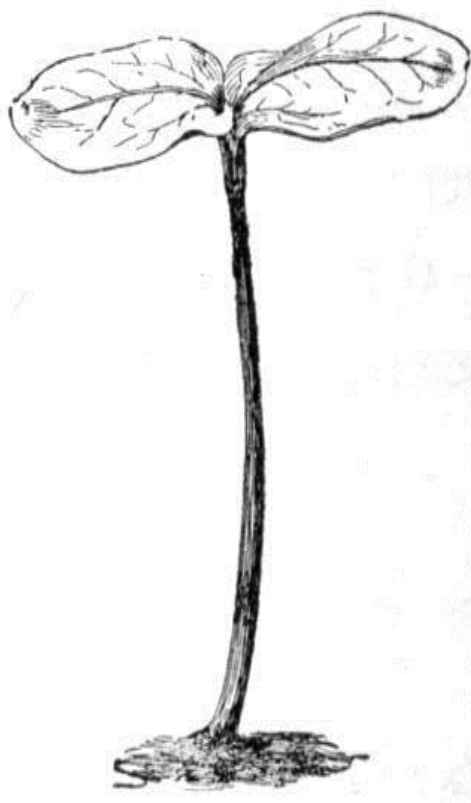


Рис. 23. ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОРАСТАНИЯ КЛЕЩЕВИНЫ.

Прораствание клещевины.—У клещевины бугорок и микропиль находятся на меньшем конце ([рис. 20](#)). Боб “поднимается” петлей, что указывает на то, что гипокотиль сильно удлиняется. Однако при исследовании прорастающего семени обнаруживается, что семядоли находятся внутри мясистого тела, или мешочка (*a*, [рис. 21](#)). Этот мешочек является эндоспермом. К его внутренней поверхности очень плотно прижаты тонкие, с прожилками семядоли, впитывающие его вещество ([рис. 22](#)). Семядоли увеличиваются в размерах по мере выхода на воздух ([рис. 23](#)) и превращаются в функциональные листья.



Рис. 24.Прорастающая индийская кукуруза.

Рубчик в *h*; микропиль в *d*.

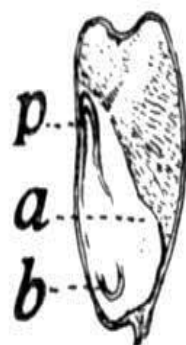


Рис. 25. Зернышко индийской кукурузы.

Цветоножка в *b*; семядоль в *a*; перышко в *p*.

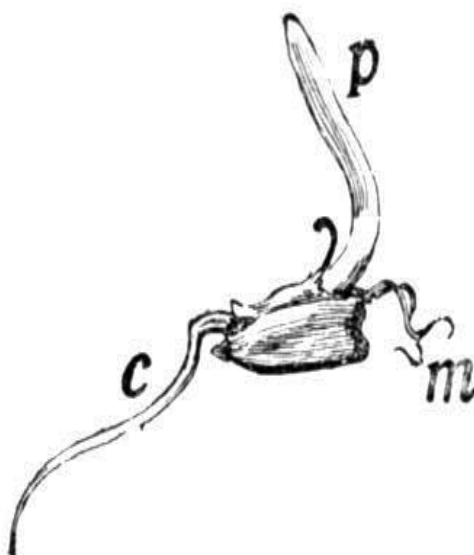


Рис. 26. —Индийская кукуруза.

Стебель в *c*; корни появляются в *m*; перышко в *p*.

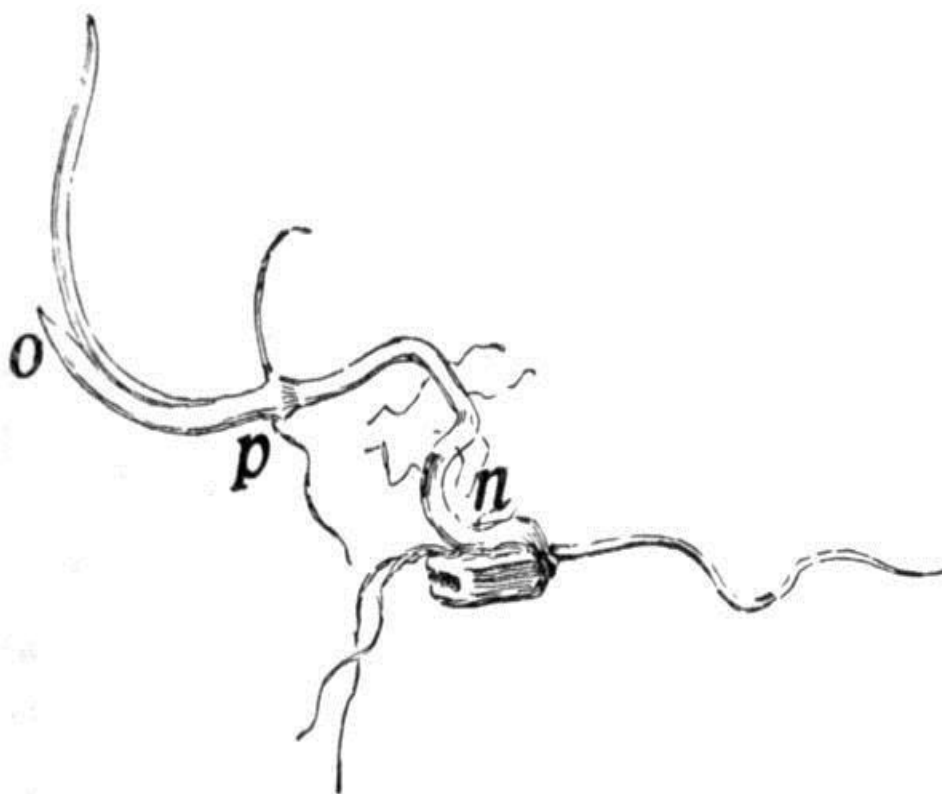


Рис. 27. — Кукуруза.

о, зародыш: п-р, эпикотиль.

Прорастание однодольных растений. До сих пор мы изучали семена двудольных растений; теперь мы можем рассмотреть группу однодольных растений. Замочите зерна кукурузы. Обратите внимание, что микропиле и семенная брыльца находятся на меньшем конце ([рис. 24](#)). Сделайте продольный разрез по узкому диаметру; это показано на [рис. 25](#). Единственный семядольный лист находится в точке а, каулик — в точке б, зародыш — в точке р. Семядольный лист остается в семени. Питательные вещества хранятся как в семядольном листе, так и в эндосперме, в основном в последней. Появляющийся побег — это зародыш с оболочечным листом (р, [рис. 26](#)). Корень выходит из верхушки кауликула, с. Кауликул удерживается в оболочке (сформированной в основном из семенных оболочек), и некоторые корни выходят через верхний конец этой оболочки (т, [рис. 26](#)). Эпикотиль удлиняется, особенно если семя посажено глубоко или если оно некоторое время находится в ограниченном пространстве. На [рис. 27](#) эпикотиль удлинился от п до р. Настоящий листок зародыша находится в точке о, но из его оболочки растут другие листья. На [рис. 28](#) корни видны, выходящие из двух концов кауликула оболочки, с, т; эпикотиль вырос до р; первый листок зародыша находится в точке о.

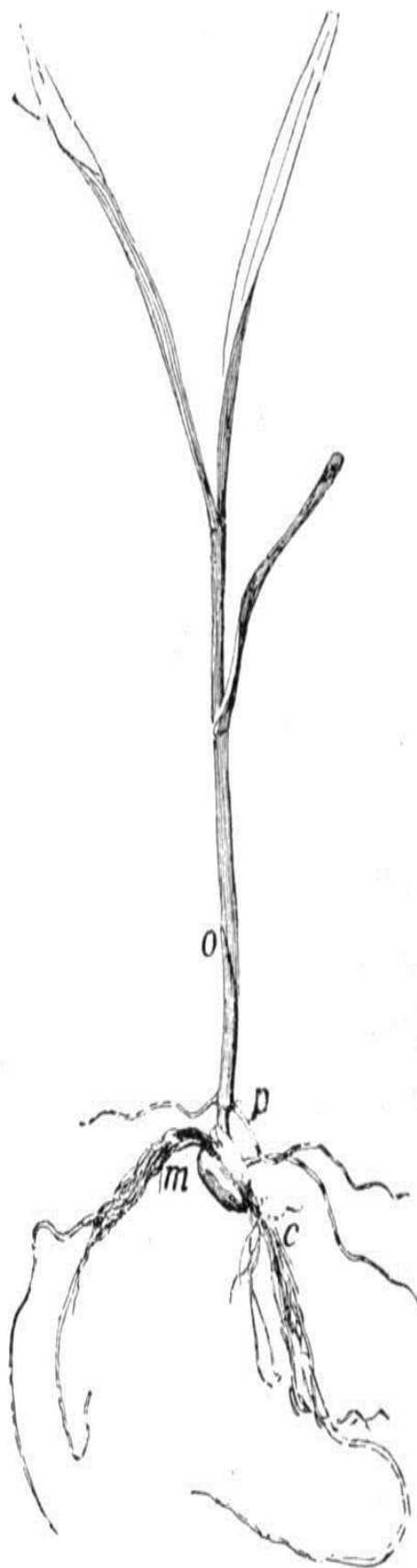


Рис. 28. — ПРОРАСТАНИЕ ЗАВЕРШЕНО.

p, верхушка эпикотилья; *o*, листок зародыша; *m*, корни; *c*, нижние корни.

При изучении кукурузы или других фруктов или семян ученик должен обратить внимание на то, как расположены семена, например, на початке. Сосчитайте ряды на кукурузном початке. Нечетное или четное количество? Всегда одинаковое количество? Шелковица — это столбик: найдите, где он был прикреплен к зерну. Была ли у початка какая-либо оболочка? Объясните. Опишите цвета и отметины зерен кукурузы, а также гороха, фасоли, клецвины.

Голосеменные растения. Семена в сосновой шишке, не будучи заключенными в семенной коробке, легко выпадают, когда шишка высыхает и чешуйки отделяются. Поэтому после окончания осени трудно найти шишки с семенами ([рис. 29](#)). Кедр также является голосеменным растением.



Рис. 29. Шишки болиголова (вверху), белой сосны, сосны смолистой.

Снимите чешуйку с сосновой шишки и нарисуйте ее и семена, лежащие на верхней стороне чешуйки. Изучите семя, желательно с помощью лупы. Есть ли у него семенная брыль? Микропиле находится в нижней части или на маленьком конце семени. Бросьте семя

в воздух. Почему оно падает так медленно? Можете ли вы объяснить своеобразное вращательное движение формой крылышка? Повторите эксперимент на ветру. Удалите крылышко с семени и бросьте его вместе с неповрежденным семенем в воздух. Какие выводы вы делаете из этих экспериментов?

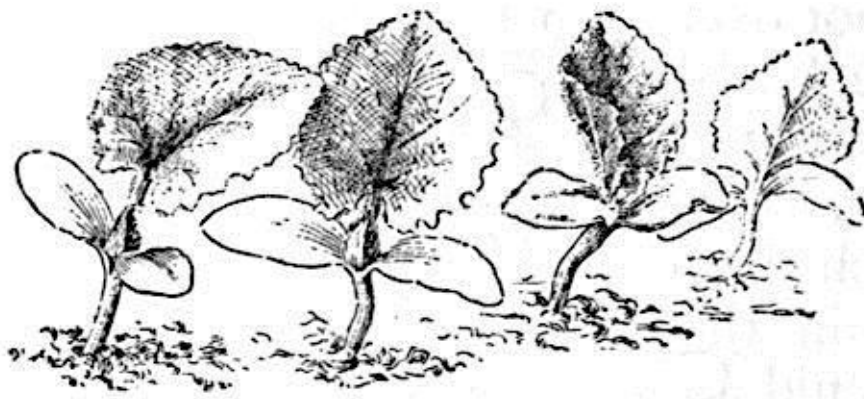


Рис. 30. — Проростки дыни с непохожими семенными листьями и настоящими листьями.

Предложения. — Немногие темы, связанные с изучением растительного мира, так полезны для демонстрации в школе, как прорастание семян. Ученики должны подготовить почву, посадить семена, поливать их и ухаживать за растениями. **10.** Посадите семена в горшки или неглубокие ящики. Ящик не должен быть слишком широким или длинным, а его глубина не должна превышать четырех дюймов. В дне можно просверлить отверстия, чтобы вода не застаивалась. Посадите несколько семян кабачка, фасоли, кукурузы, сосны или других растений на глубину около одного дюйма во влажный песок или сосновые опилки в этом ящике. Глубина посадки должна быть в два-четыре раза больше диаметра семян. Держите песок или опилки влажными, но не мокрыми. Если класс большой, используйте несколько ящиков, чтобы было достаточно образцов. Сигарные коробки и коробки для мела отлично подходят для отдельных учеников. Лучше всего начать посадку семян как минимум за десять дней до урока и сделать четыре или пять разных посадок с интервалом. За день или два до начала занятия замочите семена в мхе или ткани. Ученики будут наблюдать за процессом от набухания семян до полного прорастания, и все этапы будут хорошо видны. Для сравнения следует иметь сухие семена. Если нет специального помещения для лаборатории и дубликатов оборудования для каждого ученика, каждый эксперимент можно поручить комитету из двух учеников, которые будут наблюдать за ним в классе. **11.** Хорошими семенами для изучения являются те, которые указаны в уроке, а также гречиха, тыква, хлопок, ипомея, редька, четыре часа, овес, пшеница. Лучше всего использовать знакомые семена с фермы и из сада. Сделайте рисунки и записи обо всех событиях в процессе прорастания. Отметьте влияние необычных условий, таких как слишком глубокая или слишком мелкая посадка и разные стороны вверх. Для гипогейного прорастания используйте садовый горох, астрагал или голландскую фасоль (), желуди, конский каштан. Семена тыквы отлично подходят для изучения прорастания, потому что семядольные листья становятся зелеными и листовыми, а прорастание происходит быстро. Ее прорастание, как и прорастание алой фасоли, объясняется в «Уроках с растениями». Лук отлично подходит, за исключением того, что он прорастает слишком медленно. Чтобы изучить развитие корней прорастающих сеянцев, хорошо использовать более глубокую коробку со стеклянной стенкой, к которой прижимаются семена. **12.** Наблюдайте за прорастанием любых обычных семян, которые можно найти на территории дома. Если в окрестностях много вязов, дубов, сосен или кленов, прорастание их семян можно изучать на лужайках и вдоль заборов. **13.** При изучении прорастания ученик должен обратить внимание на различия в форме и размере между семядольными листьями и проростками, а также между проростками и нормальными листьями (рис. 30). Сделайте рисунки. **14.** Проведите тесты, описанные во [вводных экспериментах](#) с фасолью, кукурузой, клещевиной и другими семенами на содержание крахмала и белков. Проверьте муку, овсянку, рис, подсолнечник, четыре часа, различные орехи и любые другие семена, которые можно достать. Запишите результаты, разделив семена на три класса: 1. Много крахмала (цвет черноватый или пурпурный), 2. Мало крахмала (бледно-голубой или зеленоватый), 3. Без крахмала (коричневый или желтый). **15.** Влияние разницы температур на скорость роста проростков. Уложите мягкую влажную бумагу на глубину одного дюйма на дно четырех стеклянных бутылок или стаканов. Положите в каждую по десять замоченных горошин или бобов. Плотно накройте каждую бутылку и поставьте их в места с разной температурой, которая мало колеблется.

(Котельная, комната с печью, комната без печи, но освещаемая солнцем, неотапливаемая комната, не освещаемая солнцем). Периодически измеряйте температуру термометром, чтобы определить разницу в температуре. Стаканы в теплых местах должны быть плотно закрыты, чтобы предотвратить замедление прорастания из-за высыхания. Запишите количество семян, проросших в каждом стакане за 1 день, 2 дня, 3 дня, 4 дня и т. д. **16. Необходим ли воздух для прорастания и роста семян?** Положите влажную промокательную бумагу на дно бутылки, наполните ее на три четверти замоченными семенами и плотно закройте резиновой пробкой или промасленной пробкой. Подготовьте «контрольный эксперимент», взяв другую бутылку с такими же условиями, за исключением того, что она закрыта неплотно, чтобы воздух мог проникать внутрь, и поставьте бутылки рядом (почему бутылки должны стоять рядом?). Запишите результаты, как в предыдущем эксперименте. **17. Какова природа газа, выделяемого прорастающими семенами?** Наполните жестяную коробку или бутылку с широким горлышком сухими бобами или горохом, затем добавьте воду; обратите внимание, насколько они набухают. Закрепите две фруктовые банки. Наполните одну из них на треть бобами и держите их влажными. Другую оставьте пустой. Через день или два вставьте в каждую из них зажженную щепку или свечу. В пустой банке свеча горит: она содержит кислород. В банке с семенами свеча погаснет: воздух был заменен углекислым газом. Воздух в бутылке можно проверить на наличие углекислого газа, удалив его часть с помощью резинового баллона, прикрепленного к стеклянной трубке (или наполнителю для перьевой ручки), и пропустив его через известковую воду. **18. Температура.** Обычно в массе прорастающих семян наблюдается заметный подъем температуры. Этот подъем можно проверить с помощью термометра. **19. Внутренняя часть семян.** Замочите семена на 24 часа и удалите оболочку. Отличайте зародыш от эндосперма. Проверьте с помощью йода. **20. Какова польза питательных веществ в семенах?** Замочите несколько зерен кукурузы на ночь и удалите эндосперм, стараясь не повредить мясистый семядольный лист. Посадите неполные, а также некоторые полные зерна во влажные опилки и измеряйте их рост через определенные промежутки времени. (Кипячение опилок уничтожит плесень и бактерии, которые могут помешать эксперименту.) Горох или бобы можно прорастить на влажной промокательной бумаге; семядоли одного из них можно удалить, а его и нормальное семя, находящееся на той же стадии прорастания, можно поместить на перфорированную пробку, плавающую в воде в банке, чтобы корни простирались в воду. Их рост можно наблюдать в течение нескольких недель. **21. Влияние темноты на семена и проростки.** Коробку можно поставить горловиной вниз над меньшей коробкой, в которой растут проростки. Пустая коробка должна стоять на блоках высотой полдюйма, чтобы воздух мог поступать к проросткам. Обратите внимание на любое влияние на проростки от отсутствия света. Другая коробка с проростками, не накрытая таким образом, может быть использована для контроля. Положите доску на зеленую траву и через неделю обратите внимание на изменения, произошедшие под ней. **22. Рассада сосны.** Посадите семена сосны. Обратите внимание, как они прорастают. Остаются ли семядольные листья в земле? Сколько семядольных листьев у них? Когда семядольные листья освобождаются от семенной оболочки? Какая часть семядольного листа освобождается последней? Где находится точка роста или зародыш? Сколько листьев появляется сразу? Новая сосновая шишка растет на старом дереве или на дереве, сформированном той же весной, что и шишка? Можно ли всегда найти частично выросшие шишки на соснах зимой? Созревают ли сосновые шишки на двухлетнем дереве? Как долго шишки остаются на дереве после того, как семена выпали? В чем преимущество того, что семена выпадают раньше шишек? **23. Домашние эксперименты.** При желании почти все вышеупомянутые эксперименты можно попробовать провести дома (). Таким образом, ученик может сделать рисунки для тетради дома. Также следует ежедневно записывать результаты измерений изменения размеров различных частей сеянца. **24. Проверка семян.** Перед посадкой важно знать, хороши ли семена и способны ли они прорасти. Простой тестер семян можно сделать из двух тарелок, одну из которых перевернуть над другой (рис. 31). Нижнюю тарелку почти полностью заполняют чистым песком, который накрывают марлей или промокательной бумагой, на которую кладут семена. Иногда вместо песка и промокательной бумаги используют кантонскую фланель. Затем семена накрывают другой промокательной бумагой или куском ткани и поливают водой, пока песок и бумага не пропитаются. Накройте второй тарелкой. Поставьте тарелки в место, где температура будет приблизительно такой же, как требуется для данных семян на открытом воздухе, или, возможно, немного выше. Поместите в тестер 100 или более зерен клевера, кукурузы, пшеницы, овса, ржи, риса, гречихи или других семян и запишите количество проросших семян. Результат даст процентное соотношение способности семян к росту. Обратите внимание, все ли семена прорастают с одинаковой силой и скоростью. Большинство семян прорастают за неделю или меньше. Обычно после каждого теста в тестере необходимо менять песок и бумагу, так как в них могут размножаться плесневые грибки. Если используется кантонская фланель, ее можно прокипятить. По возможности семена не должны соприкасаться друг с другом.

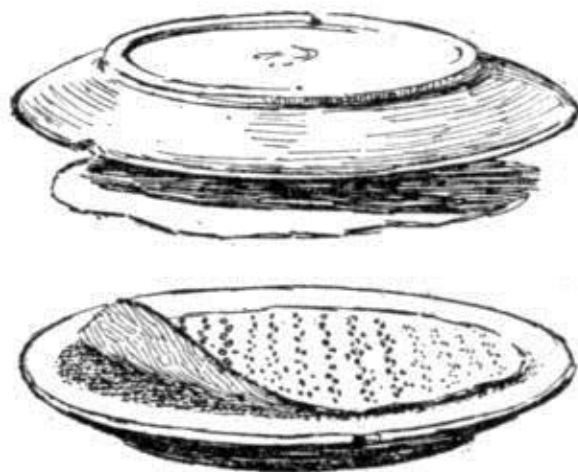


Рис. 31. — САМОДЕЛЬНЫЙ ТЕСТЕР СЕМЯН.

ПРИМЕЧАНИЕ для учителя. При изучении прорастания семян ученику понадобится начать проводить препарирование.

Для препарирования нужна линза для изучения мелких частей растений и животных. Лучше всего, чтобы линза была закреплена на оправе, чтобы ученик мог обеими руками разнимать части. Обычную карманную линзу можно закрепить на проволоке в блоке, как показано на [рис. А](#). На верхнюю часть проволоки надевается пробка, чтобы избежать травм лица. Ученику следует предоставить две препарирующие иглы ([рис. В](#)), изготовленные путем закрепления обычной иглы в палочке, похожей на карандаш. Другое удобное устройство показано на [рис. С](#). В качестве основания используется небольшая жестяная тарелка. В нее впаивается жесткий проволоочный штатив. Тарелка заполняется припоем, чтобы сделать ее тяжелой и устойчивой. В пробку, надетую на подставку, вставляется поперечная проволока, на конце которой крепится ювелирное стекло. Линзу можно перемещать вверх, вниз и в стороны. Это оборудование можно изготовить примерно за 75 центов. На [рис. D](#) показана удобная подставка для рук или препарировочная подставка, которая используется с этой линзой (). Ее длина может составлять 16 дюймов, высота — 4 дюйма, а ширина — 4 или 5 дюймов.

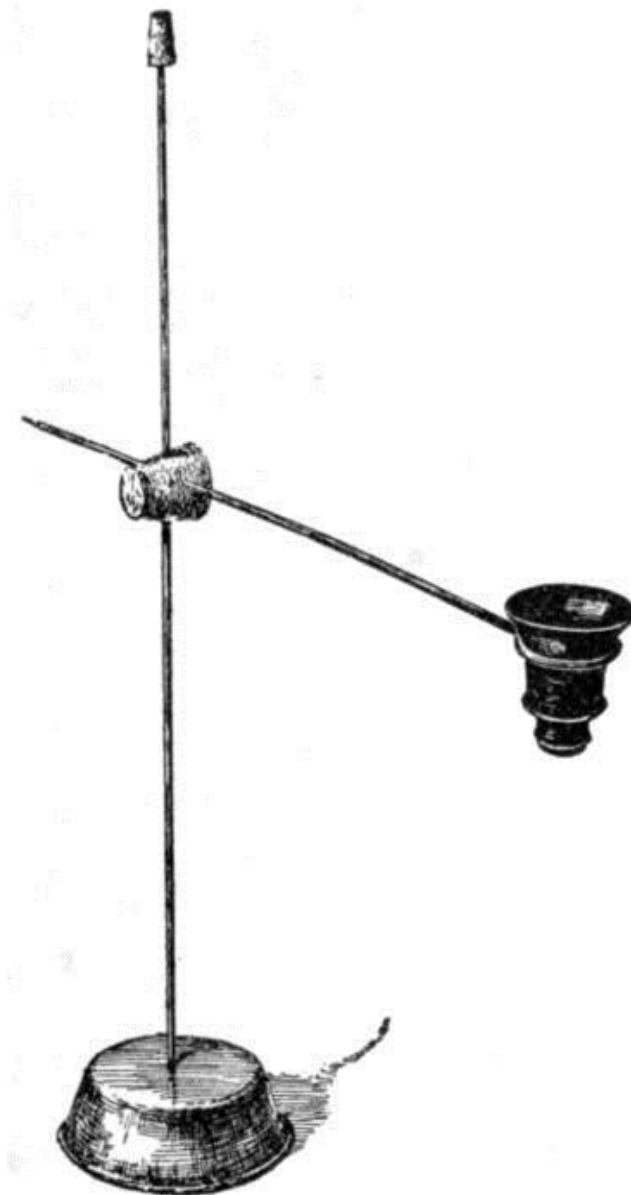
На рынке представлены различные виды микроскопов для препарирования, и их рекомендуется приобретать, если они доступны по цене.



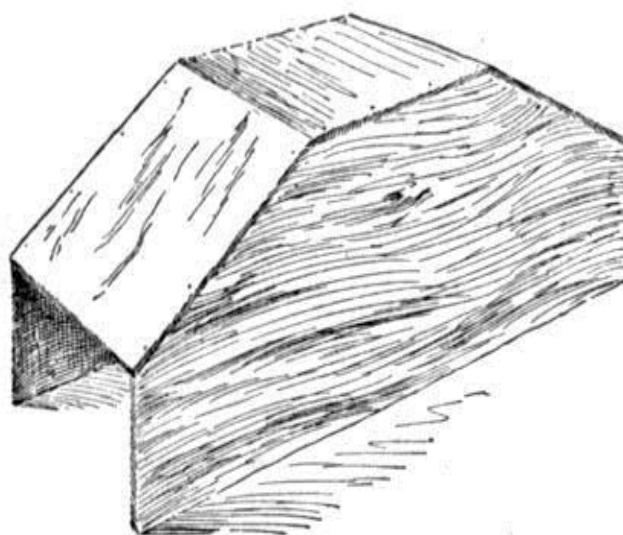
А. — ИМПРОВИЗИРОВАННАЯ ПОДСТАВКА ДЛЯ ЛИНЗЫ.



В. — Диссекционная игла $1/2$ натурального размера.



С. — СТЕКЛЯННАЯ СКАЛЬПЕЛЬНАЯ ЛОПАТКА.



D.—Стойка для препарирования.

Инструкции по использованию сложного микроскопа, которым могут быть оснащены некоторые школы, невозможно изложить в краткой форме; эта техника требует тщательного обучения. Такие микроскопы не нужны, если ученик не изучает клетки и ткани.

ГЛАВА VII

КОРЕНЬ — ФОРМЫ КОРНЕЙ

Корневая система. — Корни служат для удержания растения на месте и поглощения питательных веществ. Однако не все питательные вещества поглощаются корнями.

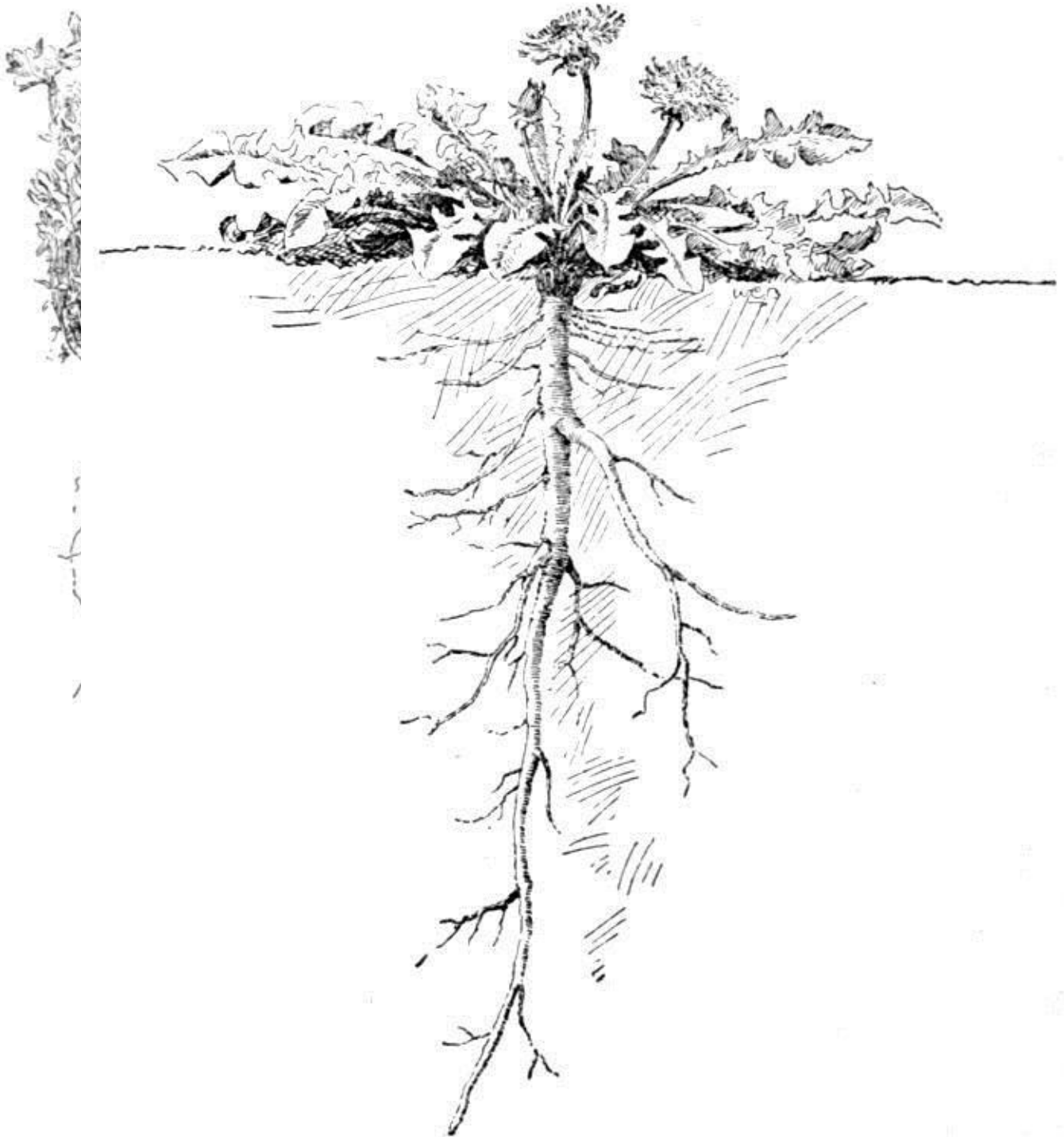




Рис. 34. РАСТЕНИЕ ЛЮТИК с волокнистыми корнями.

Форма и протяженность корневой системы. Глубина, на которую проникают корни, зависит от *вида растения и характера почвы*. У большинства растений корни проникают далеко во всех направлениях и лежат относительно близко к поверхности. Корни обычно расходятся лучами от общей точки, расположенной непосредственно под поверхностью земли.

Корни растут в разных направлениях в поисках питания, часто простираясь гораздо дальше во всех направлениях, чем верхушка растения. При одинаковом размере растения корни имеют тенденцию распространяться дальше в бедной почве, чем в богатой. Корни не имеют такой четкой формы, как стебель. Корни обычно очень извилистые, потому что они постоянно отклоняются препятствиями. Изучите корни в каменистой почве.

Площадь поверхности корней обычно очень велика, поскольку корни, питающие растение, тонкие и очень многочисленные. Обычное растение кукурузы может иметь общую длину

корней (измеренную так, как если бы корни были расположены в линию) в несколько сотен футов.

Тонкие корни, питающие растение, *наиболее многочисленны в самой плодородной части почвы*. Их привлекают питательные вещества. Корни часто полностью окружают кость или другой кусок пищи. Когда корни деревьев обнажены, обратите внимание, что большинство из них расположены горизонтально и находятся близко к поверхности земли. Некоторые корни, например, ивы, простираются далеко *в поисках воды*. Они часто проникают в колодцы и дренажные каналы, а также на берега ручьев и прудов. Выращивайте растения в длинном узком ящике, в одном конце которого почва поддерживается очень сухой, а в другом — влажной: наблюдайте, где растут корни.

Контрфорсы. С увеличением диаметра верхние корни часто выступают над землей и становятся *укрепляющими контрфорсами*. Эти контрфорсы обычно самые большие у деревьев, которые всегда подвергались воздействию сильных ветров ([рис. 35](#)). Из-за роста и утолщения корни поднимают часть своего диаметра, а вымывание почвы делает их похожими на поднятые из земли.

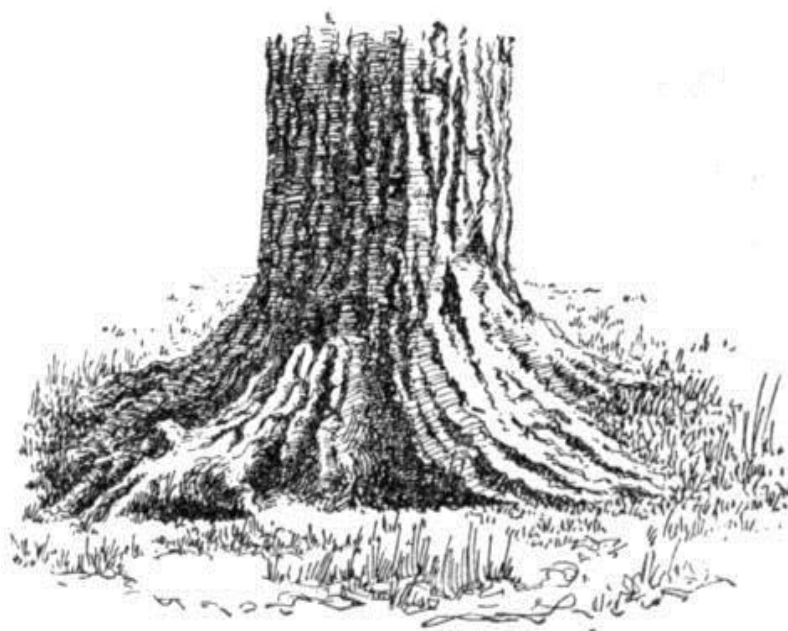


Рис. 35. — Опорная основа полевой сосны.

Воздушные корни. — Хотя корни обычно растут под землей, *есть некоторые, которые естественным образом растут над землей*. Они обычно встречаются у вьющихся растений, корни становятся *опорой* или выполняют функцию усиков. Эти воздушные корни *обычно отворачиваются от света* и поэтому проникают в щели и темные места стены или дерева, по которым растение вьется. Трубчатая лиана ([рис. 36](#)), настоящий или английский плющ и ядовитый плющ вьются с помощью корней.

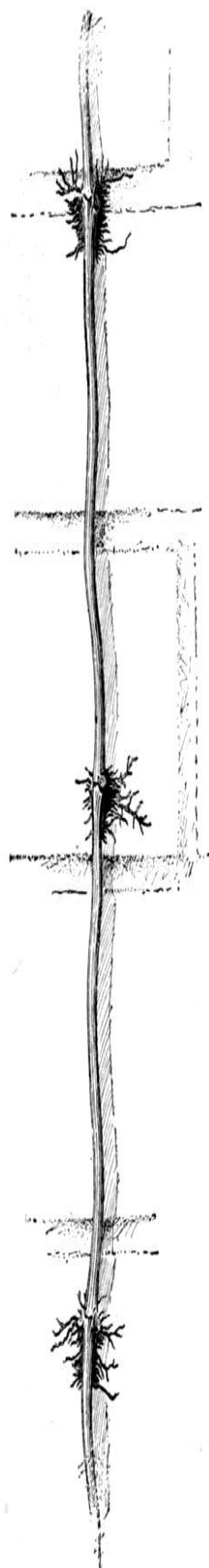


Рис. 36. — Воздушные корни трубчатого вьюнка или текомы.



Рис. 37. Воздушные корни орхидеи.

У некоторых растений все корни являются воздушными, то есть *растение растет над землей*, а корни собирают питательные вещества из воздуха. Такие растения обычно растут на деревьях. Они известны как *эпифиты* или *воздушные растения*. Наиболее известными примерами являются некоторые тропические орхидеи, которые выращиваются в оранжереях ([рис. 37](#)). Корнеподобные органы полыни и других паразитов будут рассмотрены в следующей главе.

Некоторые растения имеют воздушные корни, которые могут *размножать растение* или *служить опорой*. Их часто называют **опорными корнями**. Хорошо известны корни индийской кукурузы ([рис. 38](#)). Многие фикусы, такие как индийский баньян, пускают корни из своих ветвей; когда эти корни достигают земли, они укореняются и становятся большими стволами, таким образом распространяя верхушку материнского дерева на большие площади. Мускатный виноград южных штатов часто пускает корни из своих стеблей. Мангровое дерево тропиков растет вдоль побережья и пускает корни из нависающих ветвей (и из плодов) в мелководье, тем самым постепенно продвигаясь в море. Запутанная масса позади удерживает дрейфующие частицы, и образуется почва.

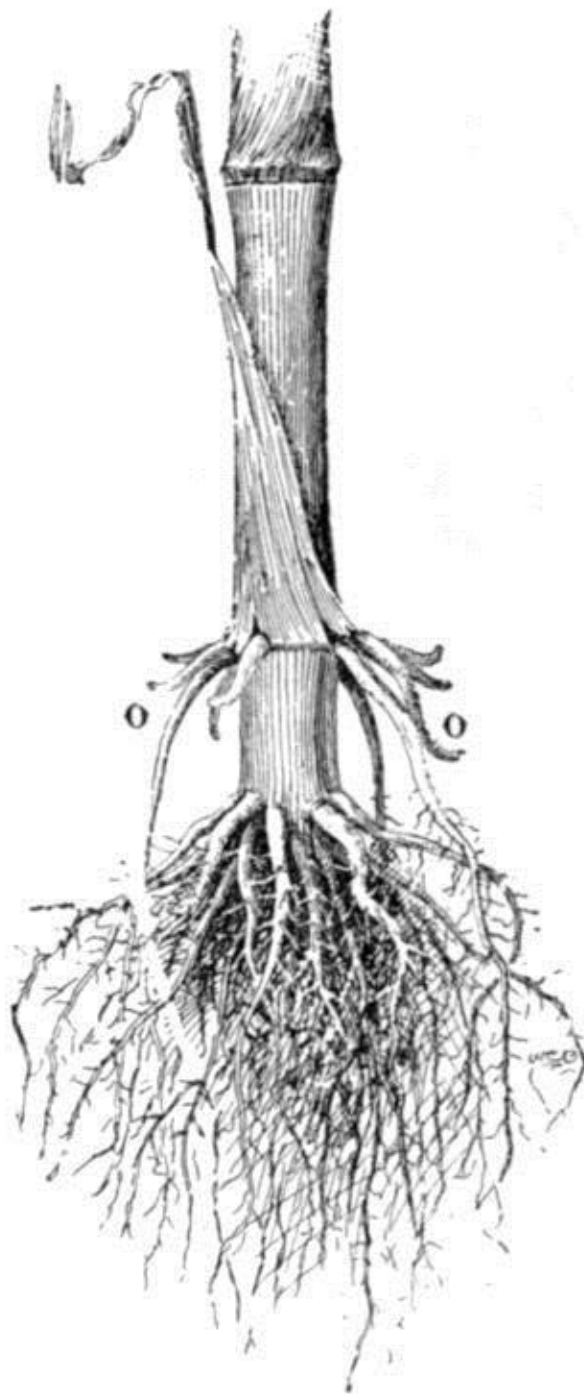


Рис. 38. — Кукуруза, на которой видны опорные корни (oo).

Придаточные корни. Иногда корни растут из стебля или других необычных мест в результате какого-либо несчастного случая с растением, располагаясь без известного метода или закона. Их называют **придаточными** (случайными) **корнями**. Черенки стеблей роз, инжира, герани и других растений, когда их сажают, пускают придаточные корни и образуют новые растения. Обычные корни, или почвенные корни, конечно, не классифицируются как придаточные корни. Придаточные корни появляются время от времени, а не в качестве нормального или регулярного процесса роста растения.

Нет двух одинаковых корней; то есть они различаются между собой так же, как стебли и листья. *Каждый вид растений имеет свою собственную форму или особенности корней* (рис. 39). Тщательно смойте почву с корней любых двух родственных растений, таких как овес и пшеница, и обратите внимание на различия в размере, глубине, направлении, способе ветвления, количестве волокон, цвете и других характеристиках. Характер корневой системы часто определяет, как фермер должен обрабатывать почву, на которой растет растение или культура.

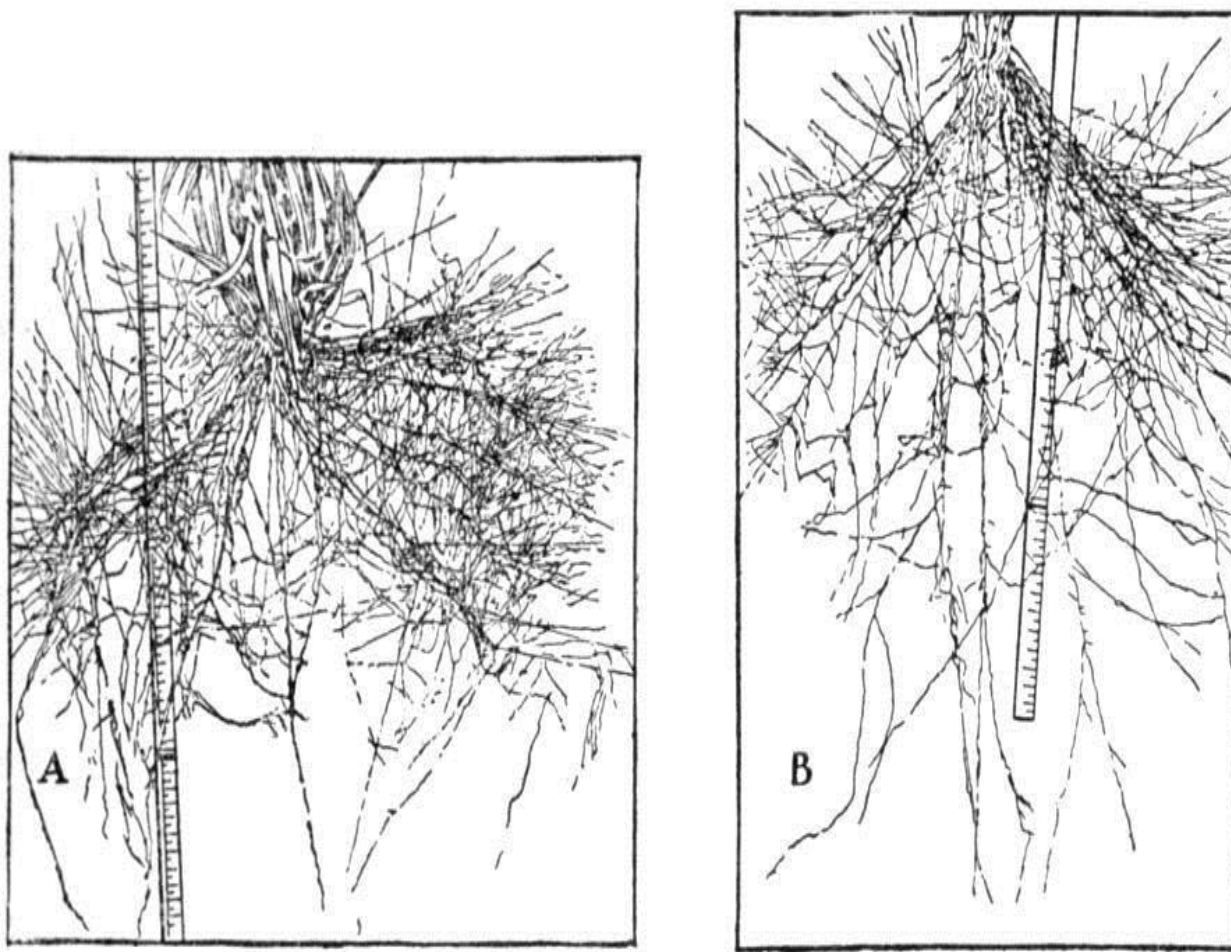


Рис. 39. Корни ячменя (А) и кукурузы (В).

Внимательно проследите различия.

Корни различаются не только по форме и структуре, но также по цвету ткани, характеру коры или оболочки и другим особенностям. Отличная практика — *пытаться идентифицировать различные растения по их корням*. Пусть каждый ученик принесет в школу два растения с очень аккуратно выкопанными корнями, такие как хлопок, кукуруза, картофель, фасоль, пшеница, рожь, тимopheевка, тыква, клевер, сладкий горошек, малина, клубника или другие распространенные растения.

Корневые системы сорняков. Некоторые сорняки являются вредителями, потому что они обильно сеются, а другие — потому что их подземные части проникают глубоко или далеко и являются стойкими. Определите корневые системы шести самых вредных сорняков в вашем регионе.

ГЛАВА VIII

КОРЕНЬ — ФУНКЦИЯ И СТРУКТУРА

Корни выполняют две функции: обеспечивают *опору или закрепление* растения и *собирают и транспортируют питательные вещества*. Первая функция рассмотрена в [главе VII](#); теперь мы можем более подробно остановиться на второй.

Поверхность корней, отвечающая за питание, находится *ближе к их концам*. По мере старения и затвердевания корни служат только *каналами, по которым проходит питание*, и *опорой* для растения. Корни растений очень крепкие. Медленно потяните вверх какое-нибудь растение и обратите внимание, насколько прочно оно закреплено в почве.

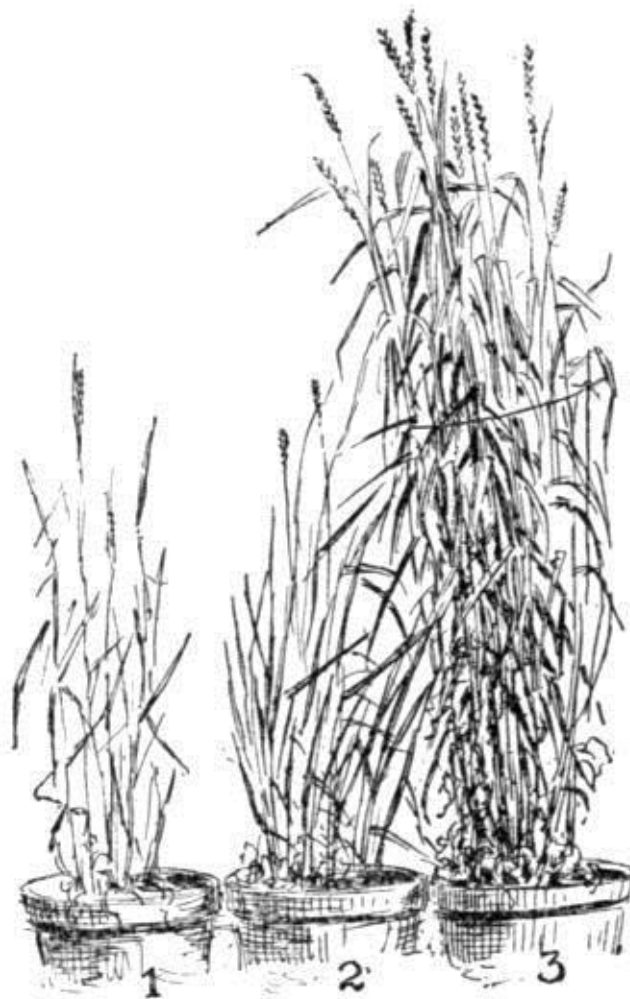


Рис. 40. Пшеница, выращенная на почвах с разным составом. Почва с недостатком азота; коммерческий азот внесен в горшок 3 (справа).

Корни имеют способность выбирать питательные вещества, то есть они не поглощают все вещества, с которыми вступают в контакт. Они не поглощают большого количества бесполезных или вредных веществ, даже если этих веществ в почве много, но могут поглощать большее количество некоторых питательных веществ, чем растение может использовать с пользой. Растения очень быстро реагируют на обильное питание, то есть на внесение питательных веществ в почву ([рис. 40](#)). Как правило, чем беднее почва, тем

заметнее результаты внесения удобрений. Некоторые вещества, такие как поваренная соль, убивают корни.

Корни поглощают вещества только в растворенном виде. Вещества не могут поглощаться в виде твердых частиц. Эти вещества находятся в растворе в почвенной воде, а сами корни также обладают способностью в некоторой степени растворять почвенные вещества с помощью выделяемых ими веществ. Вещества, поступающие в растение через корни, — это *вода и в основном минеральные вещества*, такие как соединения калия, железа, фосфора, кальция, магния, серы и хлора. Эти минеральные вещества образуют золу при сжигании растения. Углерод поступает из воздуха через зеленые части растения. Кислород поступает из воздуха и почвенной воды.

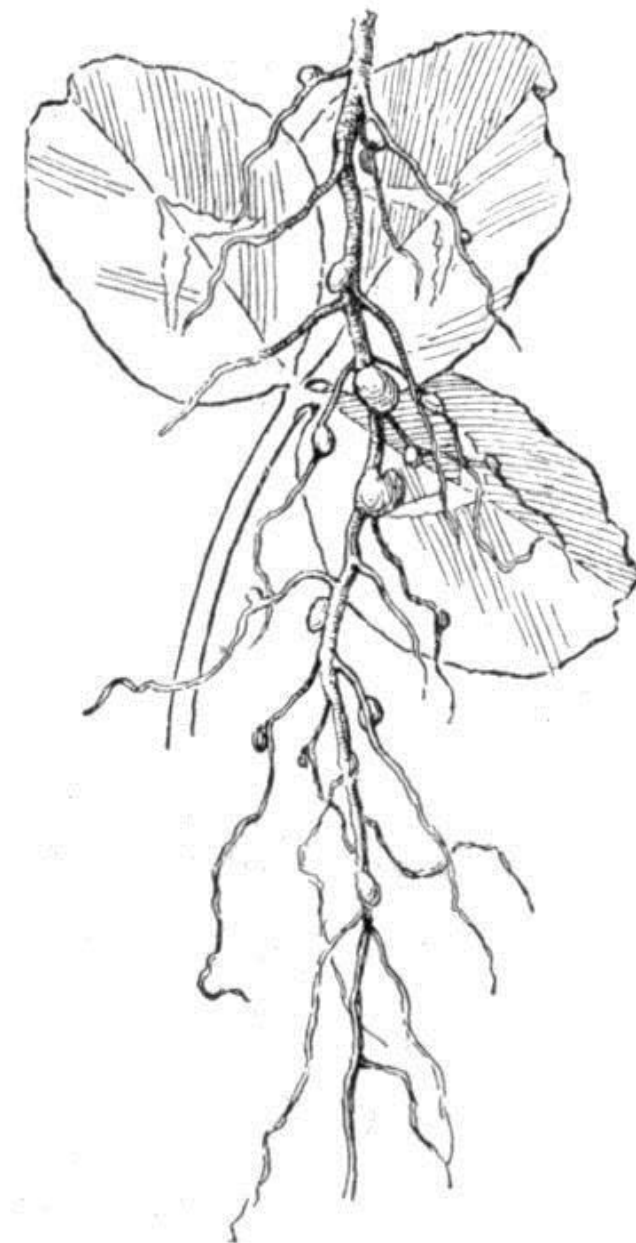


Рис. 41. Узелки на корнях красного клевера.

Азот поступает через корни. Все растения нуждаются в азоте, однако, хотя около четырех пятых воздуха состоит из азота, растения, насколько нам известно, не способны поглощать его через листья. Он поступает через корни в сочетании с другими элементами, главным образом в виде нитратов (определенных соединений с кислородом и минеральной

основой). Однако большое семейство бобовых растений (таких как горох, фасоль, коровий горох, клевер, люцерна, вика) *использует азот, содержащийся в воздухе и почве*. Они способны усваивать его *с помощью клубеньков на своих корнях* ([рис. 41, 42](#)). Эти клубеньки содержат бактерии, которые усваивают свободный или несвязанный азот и передают его растению. Азот, образованный, встраивается в ткани растений, благодаря чему эти культуры имеют высокое содержание азота. Поскольку азот в любой форме дорого стоит в удобрениях, использование бобовых культур для заделки в почву является очень важной сельскохозяйственной практикой при подготовке земли для других культур. Чтобы бобовые культуры могли более свободно поглощать атмосферный азот и тем самым лучше расти, землю иногда засевают или инокулируют бактериями, образующими клубеньки.



Рис. 42. Узелки на вике.



Рис. 43. Два вида почвы, которые были увлажнены, а затем высушены. Суглинистая почва сверху остается рыхлой и пригодной для выращивания растений; глинистая почва снизу затвердела и растрескалась.

Корни нуждаются во влаге, чтобы обслуживать растение. Полезная для растения почвенная влага — это не свободная вода, а *тонкий слой влаги, прилипший к каждой мелкой частичке почвы*. Чем мельче почва, тем больше в ней частиц и, следовательно, тем больше количество влаги, которое она может удерживать. Эта влага, окружающая зерна, может быть незаметна, но растение может ее использовать. *Поглощение корнями может продолжаться даже в почве, которая кажется сухой как пыль*. Очень твердые и «выпеченные» () почвы (рис. 43) содержат очень мало влаги и воздуха — не так много, как аналогичные почвы, которые являются зернистыми или рыхлыми.

Надлежащая температура для деятельности корней. — *Корни должны быть теплыми, чтобы выполнять свои функции*. Если почва на полях или в теплицах намного холоднее воздуха, растения страдают. В теплой или сухой атмосфере растениям необходимо поглощать много воды из почвы, и корни должны быть теплыми, чтобы корневые волоски могли поставлять воду так быстро, как это необходимо. *Если корни охлаждаются, растение может завянуть или погибнуть*.

Корни нуждаются в воздухе. Кукуруза на землях, затопленных сильными дождями, теряет свой зеленый цвет и желтеет. *Помимо разбавления питательных веществ, вода вытесняет воздух из почвы, и это удушье корней очень скоро проявляется в общем плохом состоянии растения*. Перемешивание или вспашка почвы обеспечивают ее аэрацию. Водные растения и болотные растения приспособились к своим особым условиям. Они получают воздух либо через специальные поверхностные корни, либо из воды через стебли и листья.

Корневища. *Корни делятся на самые тонкие и мелкие волокна: есть корни и есть корневища*. Самые мелкие корневища настолько тонкие и нежные, что ломаются даже при очень осторожном извлечении растения из почвы.

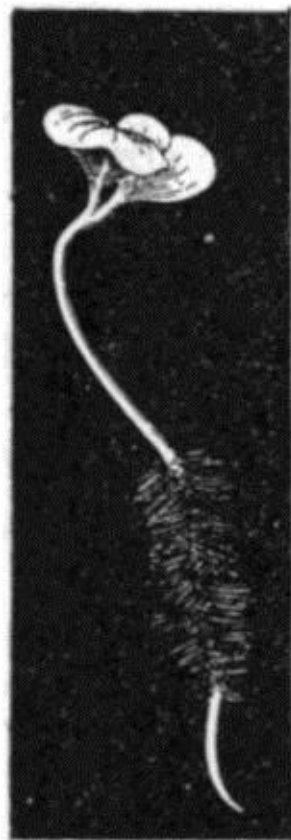


Рис. 44. — Корневые волоски редиса.

*Корневые волоски, или мелкие деления, покрыты **корневыми волосками** ([рис. 44, 45, 46](#)). Эти корневые волоски прикрепляются к частицам почвы, и таким образом большое количество почвы вступает в фактический контакт с растением. Это очень нежные удлинённые поверхностные клетки корней. Они расположены на небольшом расстоянии сразу за кончиком корня.*

Корневые волоски и корневые волоски различаются. Корневой волосок представляет собой компактную клеточную структуру (). Корневой волосок представляет собой тонкий трубчатый клеточный элемент ([рис. 45](#)), внутри которого содержится живая материя (протоплазма); а протоплазматическая мембрана, выстилающая стенку, регулирует поступление воды и веществ в растворе. Будучи длинными и трубчатыми, эти корневые волоски особенно приспособлены для поглощения наибольшего количества растворов; они являются основным средством, с помощью которого питательные вещества поглощаются из почвы, хотя поверхность самих корневых волосков также играет свою роль. Водные растения не образуют обильной системы корневых волосков и в значительной степени зависят от своих корневых волосков.

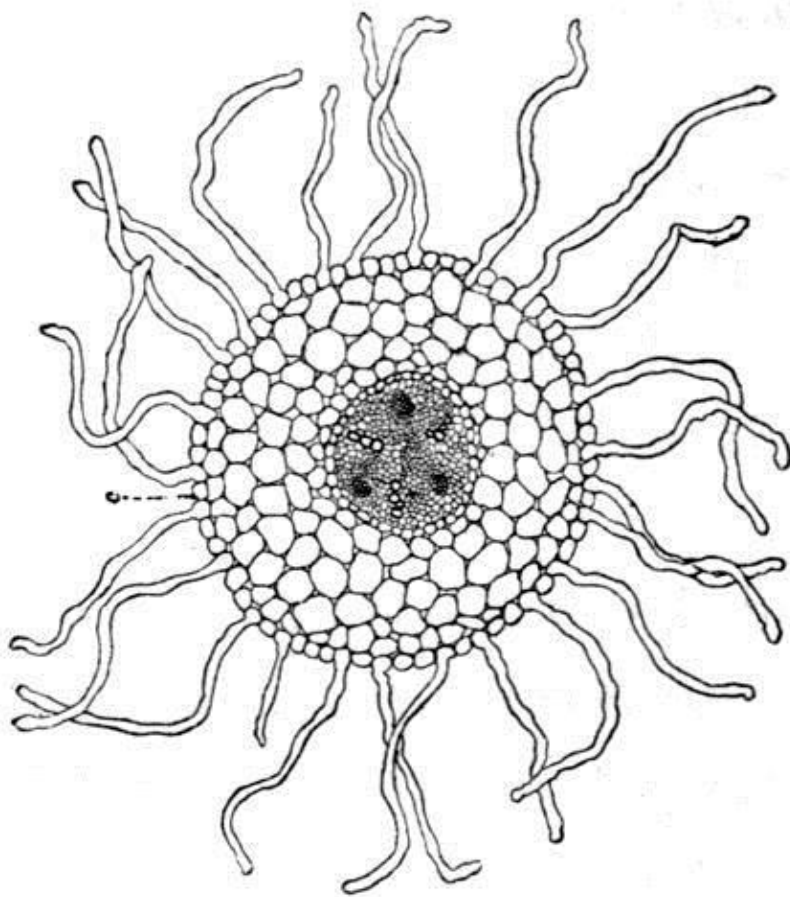


Рис. 45. — Поперечное сечение корня, увеличенное, с корневыми волосками.



Рис. 46. — Корневой волосок, сильно увеличенный, в контакте с частицами почвы (s). Воздушные промежутки в точке a; водные пленки на частицах, как в точке w.

Корневые волоски очень маленькие, часто невидимые. Они, как и молодые корни, обычно отрываются, когда растение вырывают. Лучше всего их видно, когда семена прорастают между слоями темной промокательной бумаги или фланели. На молодых корнях они выглядят как плесневое или паутинообразное покрытие. *Корневые волоски быстро отмирают*: они не превращаются в корни. Новые образуются по мере роста корня.

Осмоз. — Вода с питательными веществами проходит через тонкие стенки корневых волосков и корешков посредством процесса осмоса. Если внутри и снаружи органической (растительной или животной) мембраны находятся две жидкости разной плотности, жидкости имеют тенденцию смешиваться через мембрану. *Закон осмоса* гласит, что *наиболее быстрый поток направлен к более плотному раствору*. Протоплазматическая оболочка клеточной стенки является такой мембраной. Поскольку почвенная вода является более слабым раствором, чем сок в корнях, поток направляется в корень. Сильные удобрения иногда вызывают увядание растения или «сжигают» его. Объясните.

Строение корней. Корzeń, который растет из нижнего конца кауликула, является *первым* или **основным корнем**. **Вторичные корни** ветвятся от основного корня. Ветви вторичных корней иногда называют **третичными корнями**. Вторичные корни растут из коры или из центрального цилиндра основного корня? Обрежьте или очистите кору от корня и его ветвей и определите, остаются ли ветви прикрепленными к центральному цилиндру основного корня.

Внутренняя структура корней. — Срез корня показывает, что он состоит из *центрального цилиндра* (см. [рис. 45](#)), окруженного слоем. Этот слой называется **корой**. Внешний слой клеток коры называется **эпидермисом**, и некоторые клетки эпидермиса удлинены и образуют тонкие корневые волоски. По своей природе кора напоминает кору стебля. Центральный цилиндр содержит множество трубчатых каналов, или «сосудов», которые транспортируют воду и питательные вещества ([рис. 45](#)). Разрежьте сладкий картофель поперек (также редьку и репу) и разграничьте центральный цилиндр, кору и эпидермис. Обратите внимание на твердую шапку на конце корней. Корни отличаются от стеблей отсутствием настоящей сердцевины.

Микроскопическое строение корней. — Ближе к концу любого молодого корня или побега клетки более или менее отличаются друг от друга в зависимости от расстояния от верхушки. *Эта дифференциация происходит в области, расположенной непосредственно за точкой роста*. Для изучения точек роста используйте гипокотиль кукурузы, выросшей примерно на полдюйма (). Сделайте продольный срез. Обратите внимание на следующие моменты ([рис. 47](#)): (a) сужающаяся корневая шапка за точкой роста; (b) тупой конец собственно корня и прямоугольная форма клеток, обнаруженных там; (c) группа клеток в середине первых слоев под корневой шапкой — эта группа является точкой роста; (d) изучите небольшие различия в тканях на небольшом расстоянии за точкой роста. Есть четыре области: **центральный цилиндр**, состоящий из нескольких рядов клеток в центре (*pl*); **эндодерма** (*e*), состоящая из одного слоя с каждой стороны, который отделяет центральный цилиндр от коры; **кора**, или внутренняя кора (*e*), состоящая из нескольких слоев снаружи эндодермы; и **эпидермис**, или внешний слой коры на внешних краях (*d*). Нарисуйте поперечное сечение. Если сделать и изучить серию поперечных сечений гипокотыля, начиная от точки роста и двигаясь вверх, то можно будет обнаружить, что эти четыре ткани становятся более четко выраженными, поскольку на конце ткани еще не приобрели свою характерную форму. Центральный цилиндр содержит протоки и сосуды, по которым транспортируется сок.

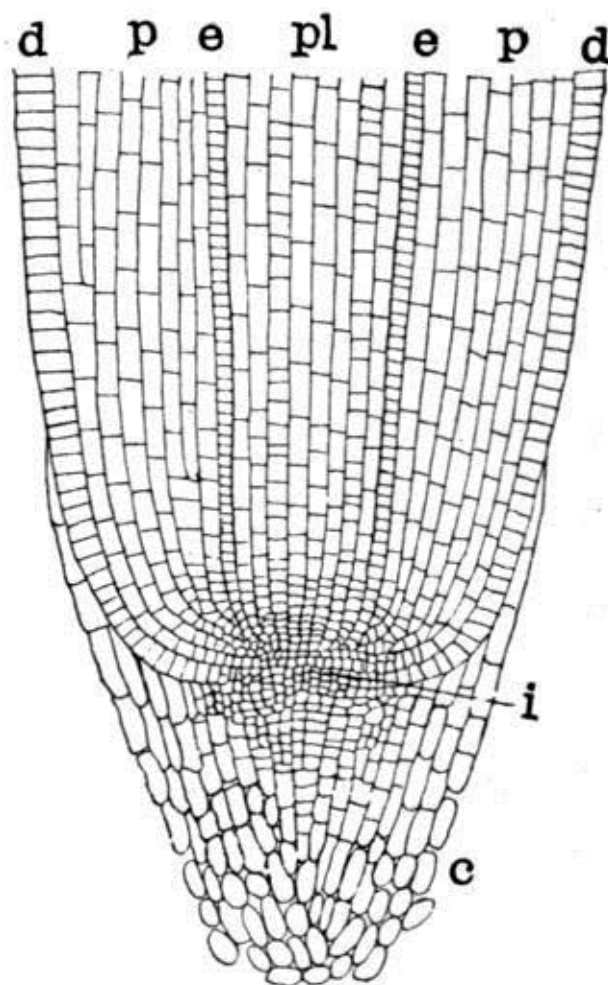


Рис. 47. Точка РОСТА КОРНЯ КУКУРУЗЫ.

d, d — клетки, которые сформируют эпидермис; *p, p* — клетки, которые сформируют кору; *e, e* — эндодерма; *pl* — клетки, которые сформируют осевой цилиндр; *i* — начальная группа клеток, или собственно точка роста; *c* — корневая шапка.

Корневая шапка. Обратите внимание на форму корневой шапки, показанной на микроскопическом срезе, изображенном на [рис. 47](#). Растущие клетки, особенно те, которые образуют ткани путем деления, очень нежные и легко повреждаются. Клетки эпидермиса (), образующие корневую шапку, более старые и прочные и приспособлены для раздвигания почвы, чтобы корень мог проникнуть в нее.

Область наиболее быстрого роста. Корни проростка фасоли можно отметить на равных расстояниях водостойкими чернилами или кусочками черной нити, завязанными умеренно туго. Затем проросток пересаживают и оставляют в покое на два дня. Когда его выкапывают, можно определить область наиболее быстрого роста корня. Объясните, почему *корень не может удлиняться по всей своей длине*, — есть ли что-то, что мешает молодому корню делать это.

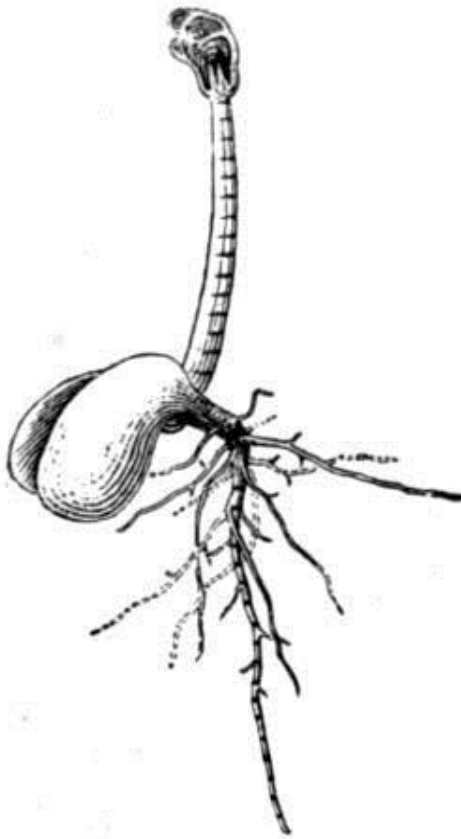


Рис. 48. — Маркировка стебля и корня.

На [рис. 48](#) показана прорастающая фасоль с коротким корнем, на котором сделаны отметки водостойкими чернилами; тот же корень ([рис. 49](#)) показан после того, как он стал длиннее. Какая его часть не удлинилась вовсе? Какая часть удлинилась незначительно? Где находится область наиболее быстрого роста?

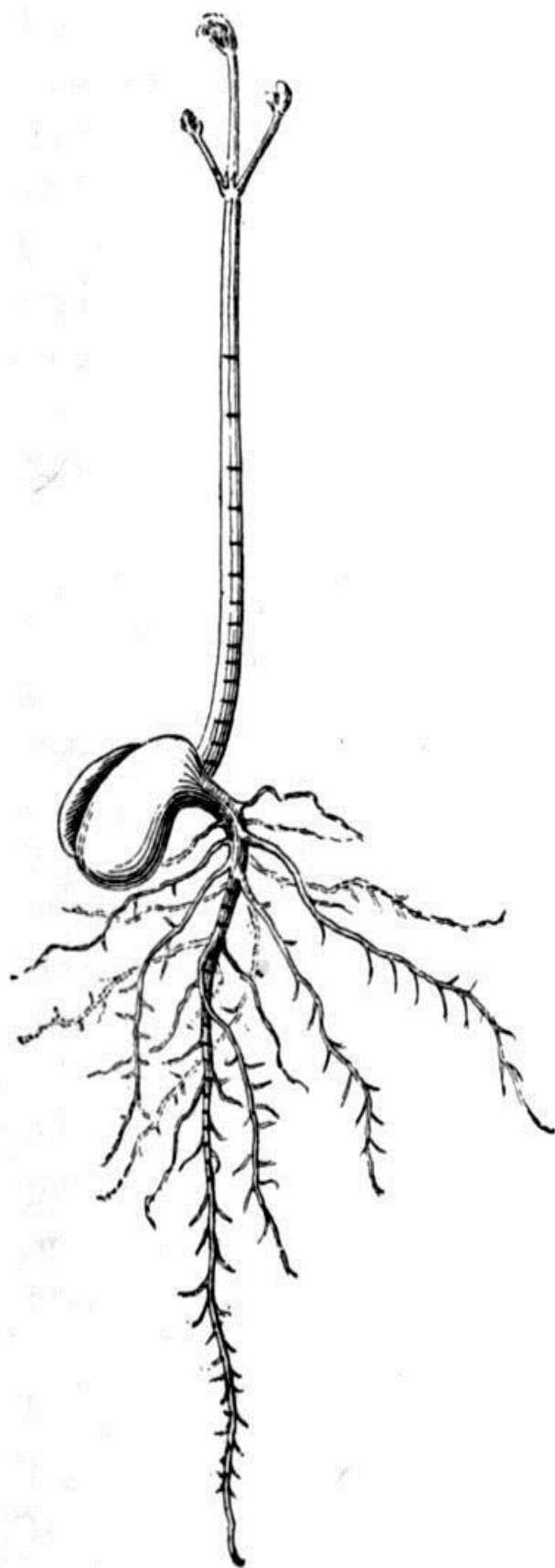


Рис. 49. — Результат.

Геотропизм. Корни поворачиваются к земле, даже если семя посажено микропилой вверх. Это явление называется **положительным геотропизмом**. Стебли растут в сторону от земли. Это **отрицательный геотропизм**.



Рис. 50. — ЗАХВАТ РАСТЕНИЕМ ЧАСТИЦ ЗЕМЛИ. Трава, вырванная в саду.



Рис. 51. РАСТЕНИЕ, РАСТУЩЕЕ В ПЕРЕВЕРНУТОМ ГОРШКЕ.



Рис. 52. — Отверстия в почве, проделанные корнями, теперь разложившимися. Несколько увеличенное изображение.

Предложения ([главы VII](#) и [VIII](#)).—**25. Проверка пищи.** Исследуйте несколько корней, в том числе несколько мясистых корней, на наличие пищевых веществ, проводя тесты, используемые для семян. **26. Изучение корневых волосков.** Тщательно прорастите семена редьки, репы, капусты или других растений, чтобы не повредить нежные части корня. Для этого поместите несколько семян в упаковочный мох или в складки толстой ткани или промокательной бумаги, стараясь сохранить их влажными и теплыми. Через несколько дней семена прорастут, и корень вырастет на один-два дюйма. Обратите внимание, что, за исключением участка длиной около четверти дюйма за кончиком, корень покрыт мелкими волосками ([рис. 44](#)). Это действительно волоски, то есть корневые волоски. При прикосновении они разрушаются, настолько они нежные. Окуните одно из растений в воду, и когда вы его вытащите, волоски будут незаметны. Вода

склеивает их вдоль корня, и они становятся невидимыми. Корневые волоски обычно разрушаются, когда растение вырывают из почвы (), даже если это делается очень осторожно. Они прилипают к мелким частицам почвы ([рис. 46](#)). Волоски лучше всего видны на темном фоне. **27.** На некоторые промокательные бумаги насыпьте песок; понаблюдайте, как корневые волоски прилипают к зернам. Понаблюдайте, как они сплющиваются при контакте с зернами песка. **28.** *Крепление корней растения.* Ученик должен также изучить крепление корней. Пусть он осторожно выдернет растение. Если растение растет рядом с забором или другим твердым предметом, он может проверить крепление корней, привязав к растению веревку, перекинув ее через забор и добавив к веревке грузы. Будет ли колышек, похожий по размеру на растение и не углубляющийся в землю, так же прочно держаться в почве? Что удерживает ком земли на [рис. 50](#)? **29.** *Корни оказывают давление.* Поместите крепкий луковицу гиацинта или нарцисса на плотно утрамбованную землю в горшке; покройте луковицу почти до верха рыхлой землей; поместите в прохладный погреб; через несколько дней или недель обратите внимание, что луковица поднялась из земли благодаря образовавшимся корням. Все корни оказывают давление на почву по мере роста. Объясните. **30.** *Реакция корней и стеблей на силу тяжести, или геотропизм.* Посадите быстрорастущий саженец в горшок так, чтобы росток простирался через дренажное отверстие, и подвесьте горшок горлышком вверх (т. е. в обычном положении). Или используйте горшок, в котором уже растет растение, накройте его тканью или металлической сеткой, чтобы почва не высыпалась, и подвесьте горшок в перевернутом положении ([рис. 51](#)). Обратите внимание на поведение стебля, а через несколько дней удалите почву и понаблюдайте за положением корня. **31.** Если горшок положить на одну сторону, а через два дня перевернуть на другую сторону, то будет интересно понаблюдать за влиянием этого на корень и стебель. **32.** Если мясистый корень посадить неправильным концом вверх, то каков будет результат? Попробуйте это с кусочками корня хрена. **33.** Посадив редис на медленно вращающемся колесе, можно нейтрализовать влияние силы тяжести. **34.** *Область корня, наиболее чувствительная к силе тяжести.* Положите на бок горшок с растущим растением. После того как оно прорастет в течение нескольких дней, смойте землю, окружающую корни. Что повернулось вниз более решительно, кончик корня или верхняя часть? **35.** *Текстура почвы.* Осторожно перекопайте почву в плодородном саду или поле так, чтобы получились цельные комки размером с куриное яйцо. Затем осторожно разбейте эти комки пальцами и определите, есть ли в них следы или остатки корней ([рис. 52](#)). Есть ли в них поры, отверстия или каналы, образованные корнями? Корни в них еще живы? **36.** Сравните другой ком из глинистого берега или кучи, где не росли растения. Есть ли разница в текстуре? **37.** Измельчите этот глиняный ком до очень мелкой крошки, положите его в блюдо, залейте водой и поставьте на солнце. Через некоторое время он будет выглядеть так, как показано на нижнем блюде на [рис. 43](#). Сравните его с рыхлой садовой почвой. В какой из них растения будут расти лучше, даже если питательные вещества в обеих будут одинаковыми? Почему? **38.** *Чтобы проверить влияние влаги на растение,* дайте растению в горшке или ящике высохнуть до увядания, затем добавьте воду и обратите внимание на скорость, с которой оно восстанавливается. Изменяйте количество добавляемой воды. Требуется ли растению воды раньше, когда стоит на солнечном окне, чем в прохладном тенистом месте? Проверьте это. **39.** Погрузите растение в горшке выше края горшка в ведро с водой и оставьте его там. Каковы будут последствия? Почему? **40.** *Чтобы проверить влияние температуры на корни,* поместите один горшок в посуду с ледяной водой, а другой — в посуду с теплой водой и держите их в теплой комнате. Через некоторое время обратите внимание, насколько жестким и энергичным является растение, корни которого находятся в тепле, в то время как другое растение может показать признаки увядания. **41.** *Процесс осмоса.* Счистите скорлупу с большого конца яйца, чтобы обнажить неповрежденную мембрану под ней на площади размером примерно с десятицентовую монету. С помощью сургуча, жевательной резинки или клея приклейте перо длиной около трех дюймов к меньшему концу яйца. После того как трубка будет установлена, вставьте в нее булавку для шляпы, чтобы проткнуть как скорлупу, так и мембрану; или используйте короткую стеклянную трубку, сначала соскобив скорлупу ножом, а затем просверлив ее трубкой. Теперь поставьте яйцо на горлышко банки с солеными огурцами, почти полной воды, так чтобы большой конец с открытой мембраной находился под водой. Через несколько часов посмотрите на трубочку на верхушке яйца, чтобы увидеть, проникла ли вода в яйцо и увеличила ли она его объем, так что часть его содержимого вытекла в трубочку. Если трубочки под рукой нет, посмотрите, вытекло ли содержимое через отверстие, сделанное в меньшем конце яйца. Объясните, как ваш результат подтверждает закон осмоса. Если бы яичная скорлупа содержала только мембрану, вода поднялась бы в нее? Если бы в бутылке не было воды, яичный белок прошел бы в бутылку? **42.** *Область наиболее быстрого роста.* Ученик должен сделать отметки водостойкими чернилами (например, чернилами Хиггинса или несмываемыми маркировочными чернилами) на любых мягких растущих корнях. Поместите семена фасоли, редьки или капусты между слоями промокательной бумаги или толстой ткани. Держите их во влажном и теплом месте. Когда стебель и корень вырастут до полутора дюймов в длину, сделайте водостойкими чернилами отметки на расстоянии ровно

четверть дюйма друг от друга ([рис. 48, 49](#)). Держите растения во влажном состоянии в течение дня или двух, и вы увидите, что на стебле некоторые или все отметки находятся на расстоянии более четверти дюйма друг от друга, а на корне отметки не раздвинулись. Корень вырос за пределы последней отметки.

ПРИМЕЧАНИЕ для учителя. Микроскопическую структуру корня можно определить только с помощью сложного микроскопа, но если таких микроскопов нет, то хорошее общее представление о структуре можно получить, внимательно изучив текст и иллюстрации, а также объяснения учителя. См. [примечание](#) в конце [главы X](#).

ГЛАВА IX

СТЕБЕЛЬ — ВИДЫ И ФОРМЫ; ОБРЕЗКА

Система стеблей. Стебель растения — это часть, на которой *растут почки, листья, цветы и плоды*. Его функция заключается в том, чтобы *поднимать эти части к свету и воздуху*, а через его ткани различные питательные вещества и жизненно важные жидкости *распределяются по растущим и работающим частям*.

Вся масса или структура стеблей любого растения называется его **системой стеблей**. Она включает в себя ствол, ветви и веточки, но не стебли листьев и цветов, которые умирают и опадают. Система стеблей может быть травянистой или древесной, однолетней, двулетней или многолетней; она может иметь различные размеры и формы.

Стебли бывают разных форм. — Общий способ роста растения называется его **габитусом**. Габитус — это *внешний вид или общая форма*. Габитус может быть открытым или рыхлым, густым, прямым, кривым, компактным, раскидистым, вьющимся, прямостоячим, слабым, сильным и т. п. Корни и листья являются *важными функциональными или рабочими частями*; стебель просто соединяет их, и его форма чрезвычайно разнообразна.

Виды стеблей. Стебель может быть настолько коротким, что его почти невозможно различить. В таких случаях крона растения — часть, расположенная непосредственно на поверхности земли — несет листья и цветы; но эта крона на самом деле является очень коротким стеблем. Примером может служить одуванчик, [рис. 33](#). Однако такие растения часто называют **бесстебельными**, чтобы отличать их от растений, имеющих длинные или заметные стебли (). Эти так называемые бесстебельные растения ежегодно отмирают до основания.

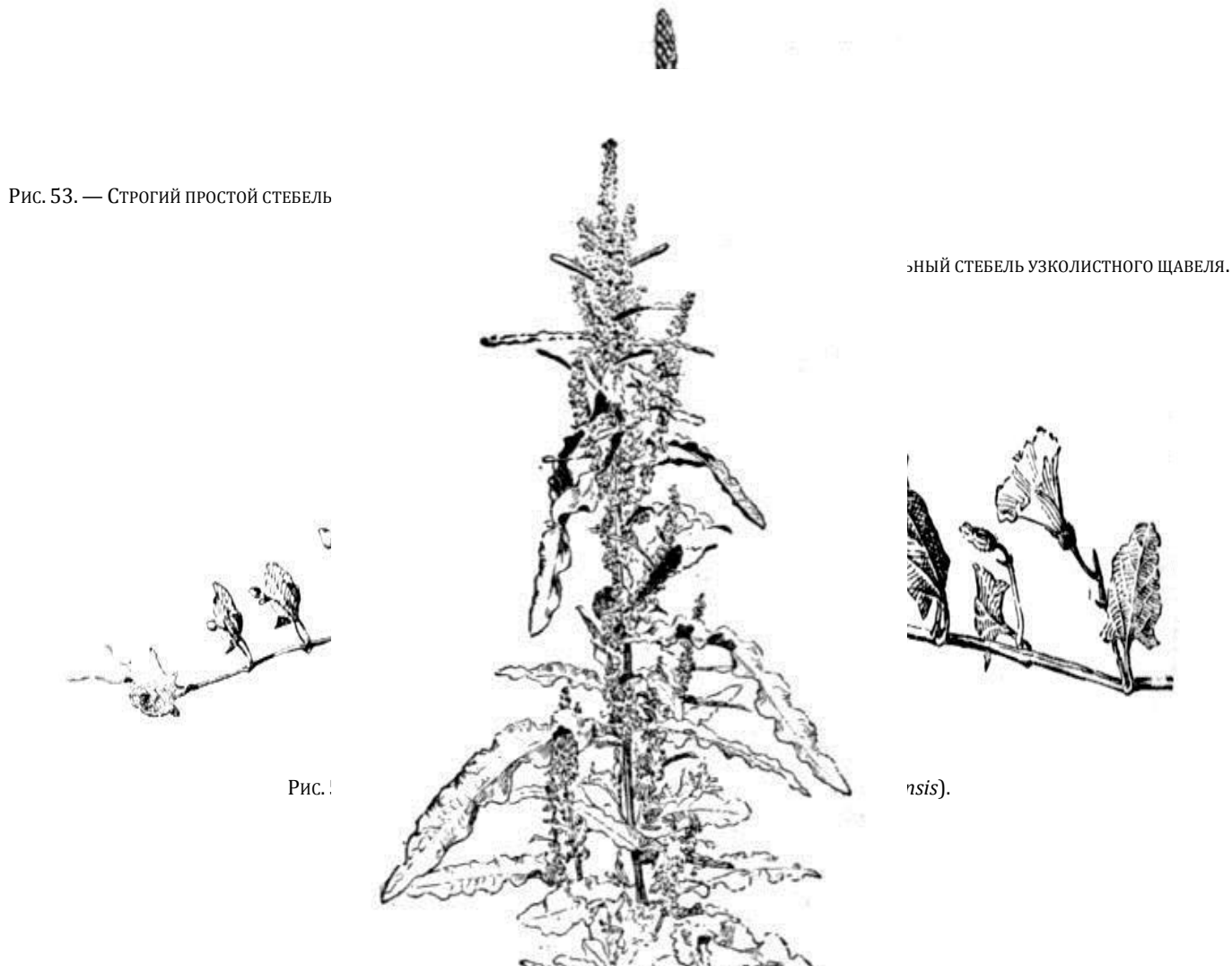


Рис. 53. — Строгий простой стебель

2-й СТЕБЕЛЬ УЗКОЛИСТНОГО ЩАВЕЛЯ.

Рис. 1

2-й

Стебли являются **прямостоячими**, когда растут вертикально ([рис. 53, 54](#)). Они являются **стелющимися**, когда растут по земле, как у дыни, полевого вьюнка ([рис. 55](#)). Они **ползучие**, когда бегут по земле и укореняются в некоторых местах, как клубника. Они **лежачие**, когда наклоняются к земле. Они **восходящие**, когда лежат в основном или частично на земле, но стоят более или менее вертикально на своих концах; например, помидор. Они **вьющиеся** (), когда цепляются за другие объекты для поддержки ([рис. 36, 56](#)).

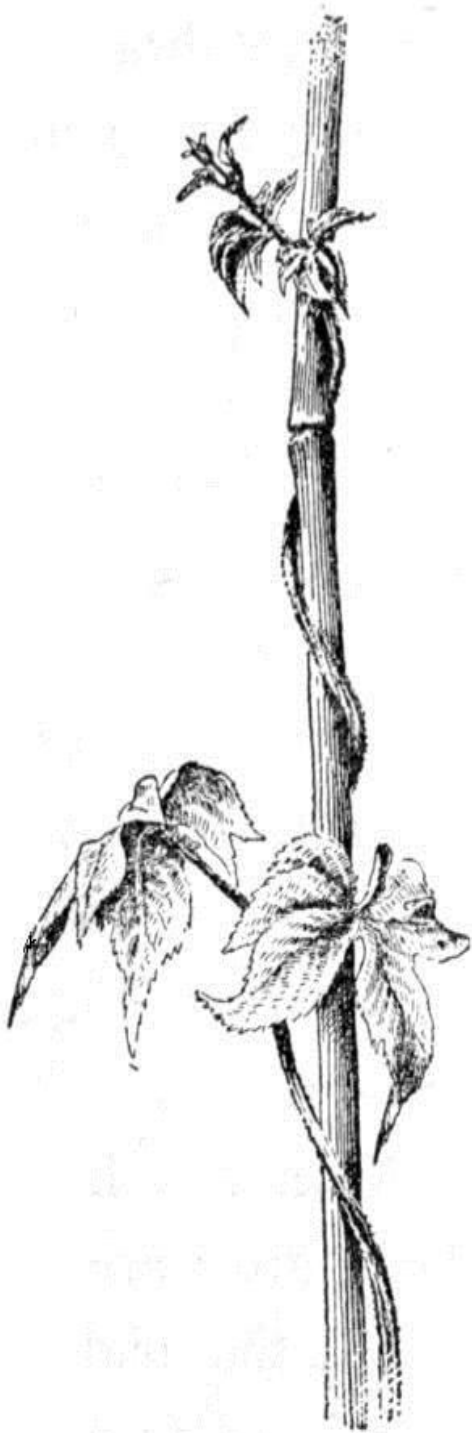


Рис. 56. — Вьющееся растение (вьющееся).

Деревья, у которых главный ствол или «лидер» продолжает расти от верхушки, называются **экскрентными** по росту. *Ветви располагаются по бокам ствола, как у обычных сосен* ([рис. 57](#)) и елей. Экскрентный означает «вытекающий» или «поднимающийся».

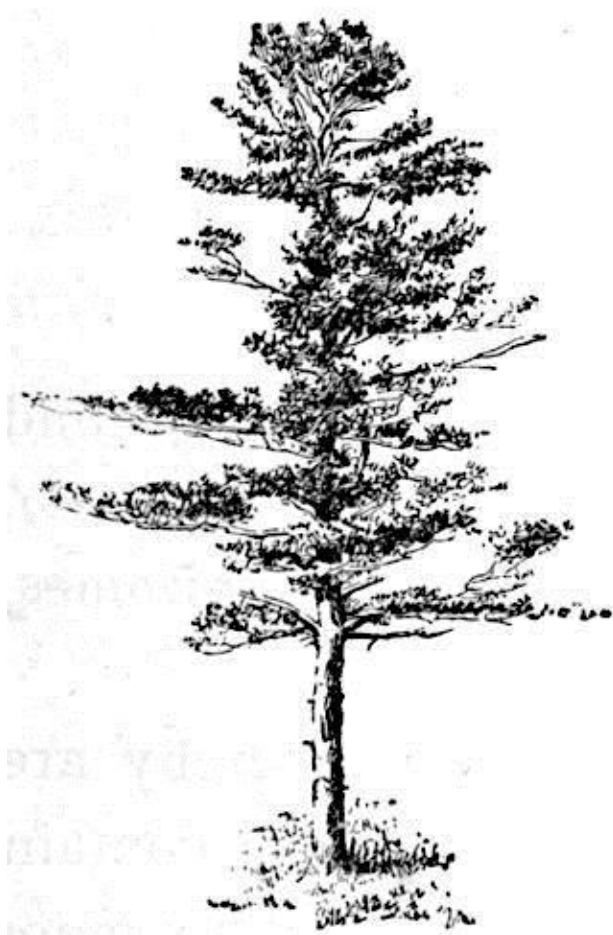


Рис. 57. — Экскурентный ствол. Сосна.

Деревья, у которых главный ствол не продолжается, называются **деликвисцентными**. Ветви отходят от одной общей точки или друг от друга. Ствол теряется среди ветвей. Яблоня, слива ([рис. 58](#)), клен, вяз, дуб, китайское дерево — известные примеры. Деликвисцентный означает растворяющийся или тающий.



Рис. 58. — Деликесцентный ствол сливы.

Каждый вид растений имеет свои особенности роста или направления роста; ели всегда растут с одним стволом или стволом, груши деревья всегда деликесцентные, ипомеи всегда стелются или вьются, клубника всегда ползучая. Мы не знаем, почему каждое растение имеет свои особенности роста, но эти особенности каким-то образом *связаны с генеалогией растения или с тем, как оно вынуждено жить.*

Стебель может быть **простым** или **ветвистым**. Простой стебель обычно растет из концевой почки, и боковые ветви либо не появляются, либо, если появляются, то вскоре погибают. Коровьи слезы ([рис. 53](#)) обычно простые. То же самое и с пальмами.

Ветвистые стебли могут иметь очень разные формы и структуру. Некоторые системы стеблей узкие и прямостоячие; их называют строгими ([рис. 54](#)). Другие — рассеянные, открытые, ветвистые, с множеством веточек.

Узлы и междоузлия. Части стебля, на которых растут почки, называются **узлами** или **сочленениями**, а пространства между почками — **междоузлиями**. Стебель в узлах обычно утолщен, а сердцевина обычно прерывается. На расстояние между узлами влияет сила роста растения: как?

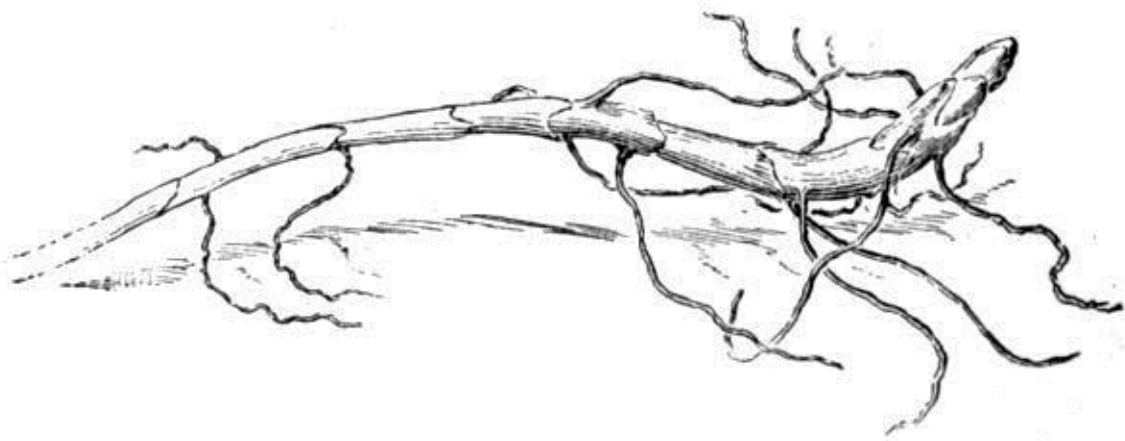


Рис. 59. — Корневище или корневая система.

Стебли и корни. Корни иногда растут над землей ([гл. VII](#)); так же и *стебли иногда растут под землей*, и тогда они называются **подземными стеблями, корневищами** или **корневыми почкам** ([рис. 59](#)).

Стебли обычно несут листья и почки, чем и отличаются от корней; обычно они также содержат сердцевину. Однако листья могут быть сведены к простым чешуйкам, а почки под ними могут быть едва заметны. Таким образом, «глазки» на белом картофеле представляют собой углубления с почкой или почками на дне ([рис. 60](#)). Сладкий картофель не имеет заметных «глазков» при первом выкапывании (но он может развивать придаточные почки до следующего вегетационного периода). Белый картофель — это стебель, а сладкий картофель, вероятно, — корень.



Рис. 60. — Ростки, появляющиеся из глазков клубня картофеля.

Как удлиняются стебли. *Корни удлиняются, растут вблизи кончика. Стебли удлиняются, растут более или менее по всей молодой или мягкой части* или «между суставами» ([рис. 48, 49](#)). Но любая часть стебля вскоре достигает предела, за которым она не может расти, или становится «фиксированной»; а новые части за ней удлиняются, пока они тоже не становятся жесткими. Когда часть стебля однажды становится фиксированной или твердой, она никогда не увеличивается в длину: то есть *ствол или древесные части никогда не становятся длиннее или выше; ветви не становятся более раздвинутыми или выше от земли*.

Стебли изменяют свою форму в зависимости от конкретных или случайных условий, в которых они растут. *Борьба за свет* является главным фактором, определяющим форму и направление роста любой ветви ([гл. II](#)). Это хорошо видно на примере любого дерева или куста, растущего у здания или на окраине леса ([рис. 4](#)). В очень густой чаще самые внутренние деревья вытягиваются над другими или погибают. Изучите любой стебель и попытайтесь определить, почему он принял именно такую форму.

Ствол имеет цилиндрическую форму, внешняя часть которого представляет собой кору, а внутренняя — древесину или древесную ткань. У двудольных растений кора обычно легко отделяется от остальной части цилиндра в определенное время года; у однодольных растений кора не отделяется. Увеличение толщины происходит внутри покрытия, а не на самой внешней стороне цилиндра растения. Очевидно, что покрытие коры должно расширяться, чтобы обеспечить расширение древесного цилиндра внутри него. Таким образом, ткани должны находиться под постоянным давлением или напряжением. Было установлено, что давление внутри растущего ствола часто достигает пятидесяти фунтов на квадратный дюйм. Нижняя часть ветви на [рис. 61](#) показывает, что наружные слои коры (которые давно отмерли и служат только в качестве защитной ткани) достигли предела своей способности к расширению и начали раскалываться. Теперь ученик заинтересуется корой на стволе старого вяза ([рис. 62](#)) и должен быть в состоянии предложить одну причину, по которой стволы остаются цилиндрическими, а старая кора покрывается бороздками, чешуйками и пластинами.



Рис. 61. РАСТРЕСКИВАНИЕ КОРЫ НА ВЕТКЕ ВЯЗА.



Рис. 62. — Кусок коры со старого ствола вяза.

Большинство древесных растений увеличиваются в диаметре за счет добавления *ежегодного слоя или «кольца»* снаружи древесного цилиндра, под корой. Однодольные растения включают в себя очень мало деревьев и кустарников в умеренном климате (пальмы, юкки и другие древовидные растения относятся к этому классу), и они не увеличиваются значительно в диаметре и редко ветвятся в какой-либо степени. Информацию о годовых кольцах см. в разделе «Дровяной штабель».

Деревья с плотной корой. — Если по какой-либо причине кора становится настолько плотной и прочной, что ствол не может расширяться, то такое дерево называют «деревом с плотной корой». Такое состояние не редкость для заброшенных фруктовых деревьев. Даже при хорошей обработке почвы такие деревья могут не справиться с жесткостью старой коры и, следовательно, не реагируют на лечение. Иногда части с более тонкой корой могут превышать по диаметру ствол или старые ветви ниже них. Средством лечения является *снятие напряжения*. Это можно сделать либо путем размягчения коры (промывкой мылом или щелочью), либо путем ее отделения. Последнее делается путем надрезания части, связанной корой (весной), протыкания ножом коры до дерева, а затем продвижения лезвия по всей длине части, связанной корой. Сначала надрез едва различим, но он открывается с ростом дерева, заполняясь новой тканью под ним. Пусть ученик рассмотрит выступы, которые он время от времени находит на деревьях, и определит, имеют ли они какое-либо значение — было ли дерево когда-либо освобождено или повреждено природными факторами.



Рис. 63. — ПРАВИЛЬНАЯ ОБРЕЗКА ВЕТКИ. Рана скоро «заживет».

Ткань покрывает раны и «заживляет» их. Это видно на [рис. 63](#), где кольцо ткани раскручивается над раной. Это кольцо заживающей ткани формируется наиболее быстро и равномерно, когда рана гладкая и правильной формы. Понаблюдайте за заживлением на сломанных и расколотых ветвях, а также за разницей в скорости заживления ран на сильных и слабых ветвях. Существует разница в скорости процесса заживления у разных видов деревьев. Сравните яблоню и персик. Эта ткань может в свою очередь стать связанной с корой, и заживление может остановиться. На больших ранах процесс заживления в первые несколько лет проходит быстрее, чем в последующие годы. Этот валик или кольцо ткани называется **каллусом**.

Мозоль растет из живой ткани ствола непосредственно над раной. Она не может покрывать давно отмершие пни или очень грубые сломанные ветви ([рис. 64](#)). Поэтому при обрезке ветви *следует срезать близко к стволу, делая срезы ровными и гладкими; следует избегать образования длинных пней*. Место раны должно находиться близко к живой части ствола, поскольку обрезанный пенек ветви не имеет собственной способности образовывать заживляющую ткань. Конец оставшегося пня просто покрывается каллусом и обычно остается мертвым куском дерева, запечатанным внутри ствола ([рис. 65](#)). Если раны не заживают быстро, микробы и грибки проникают в умирающую древесину и *начинается гниение*. Полые деревья — это деревья, в которых грибки гниения проникли во внутреннюю часть ствола; они были заражены ([рис. 66](#)).



Рис. 64. — Неправильная обрезка.



Рис. 65. Сучок в бревне хвойного дерева.

Крупные раны следует защищать покрытием из краски, расплавленного воска или другого клейкого и прочного материала (), чтобы не допустить попадания микробов и грибков. Покрытие из листового железа или олова может защитить от дождя, но не предотвратит попадание микробов гниения; более того, оно может создать очень влажные условия, необходимые для роста таких микробов. Глубокие дыры в деревьях следует обрабатывать, удаляя все гнилые части до чистой древесины, окрашивая поверхности или стерилизуя их другим способом и заполняя дыры воском или цементом.



Рис. 66. — Сучок и начало дуплистого ствола.

Стволы и корни — это живые организмы, и их не следует без необходимости повреждать или калечить. Лошадей никогда не следует привязывать к деревьям. Необходимо контролировать работу лиц, прокладывающих телефонные, телеграфные и электрические провода, чтобы они не повреждали деревья. Электрические провода и троллейбусные провода, если они проложены неаккуратно или имеют ненадлежащую изоляцию, могут убить деревья ([рис. 67](#)).

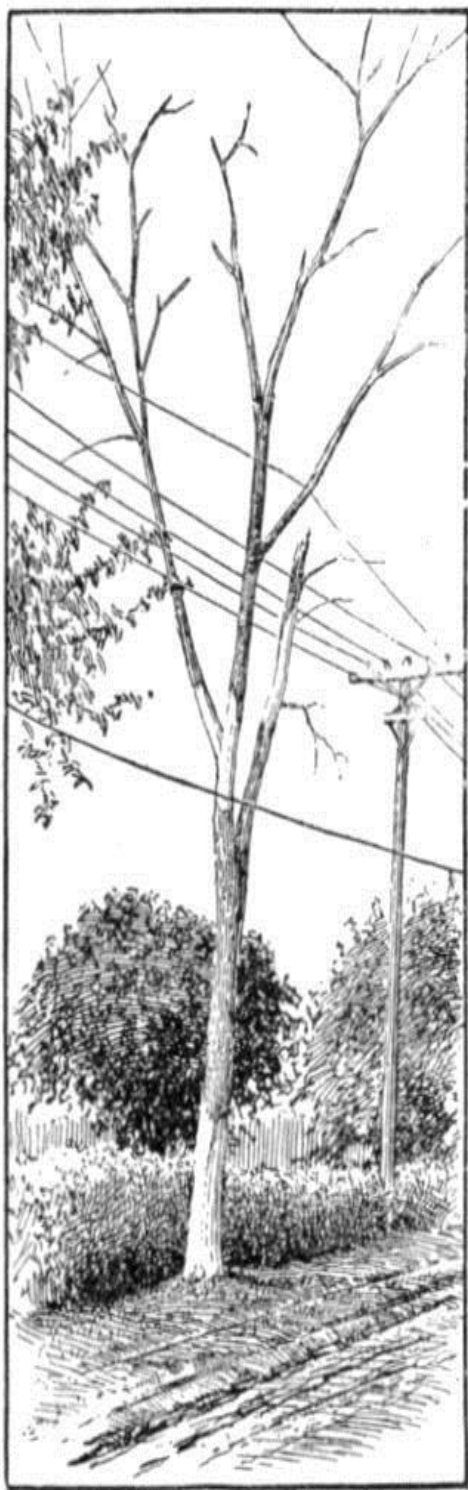


Рис. 67. Вяз, погибший от прямого тока электрической железной дороги.

Предложения. — *Формы стволов.* **43.** Бывают ли стволы деревьев идеально цилиндрическими? Если нет, что может быть причиной неровностей? Часто ли стволы растут больше с одной стороны, чем с другой? **44.** Весной надрежьте быстро растущую ветку лезвием ножа и наблюдайте за результатом в течение сезона. **45.** Обратите внимание на дровяной штабель и понаблюдайте за изменениями толщины годичных колец, особенно одного и того же кольца в разных местах по окружности. В этой связи интересны поперечные сечения горизонтальных ветвей. **46.** Обратите внимание на утолщение у основания ветви и определите, больше ли это утолщение или выпуклость на длинных горизонтальных ветвях, чем на вертикальных. Почему образуется эта выпуклость? Служит ли она опорой для ветки и образуется ли она в результате

постоянной нагрузки? **47. Прочность стеблей.** Ученик должен обратить внимание на то, что стебель обладает удивительной прочностью. Сравните пропорциональную высоту, диаметр и вес стебля травы с пропорциональной высотой, диаметром и весом самой тонкой башни или шпиля. Что имеет большую прочность? Что имеет большую высоту? Что выдержит сильнейший ветер? Обратите внимание, что стебель травы восстанавливает свое положение, даже если его верхушка согнута до земли. Обратите внимание, как растения пригибаются после сильного дождя и как они восстанавливают свое положение. **48.** Разрежьте стебель кукурузы и посмотрите, как суставы соединены между собой и укреплены волокнами. Есть ли подобные волокна в стеблях амаранта, хлопка, подсолнечника, мальвы?

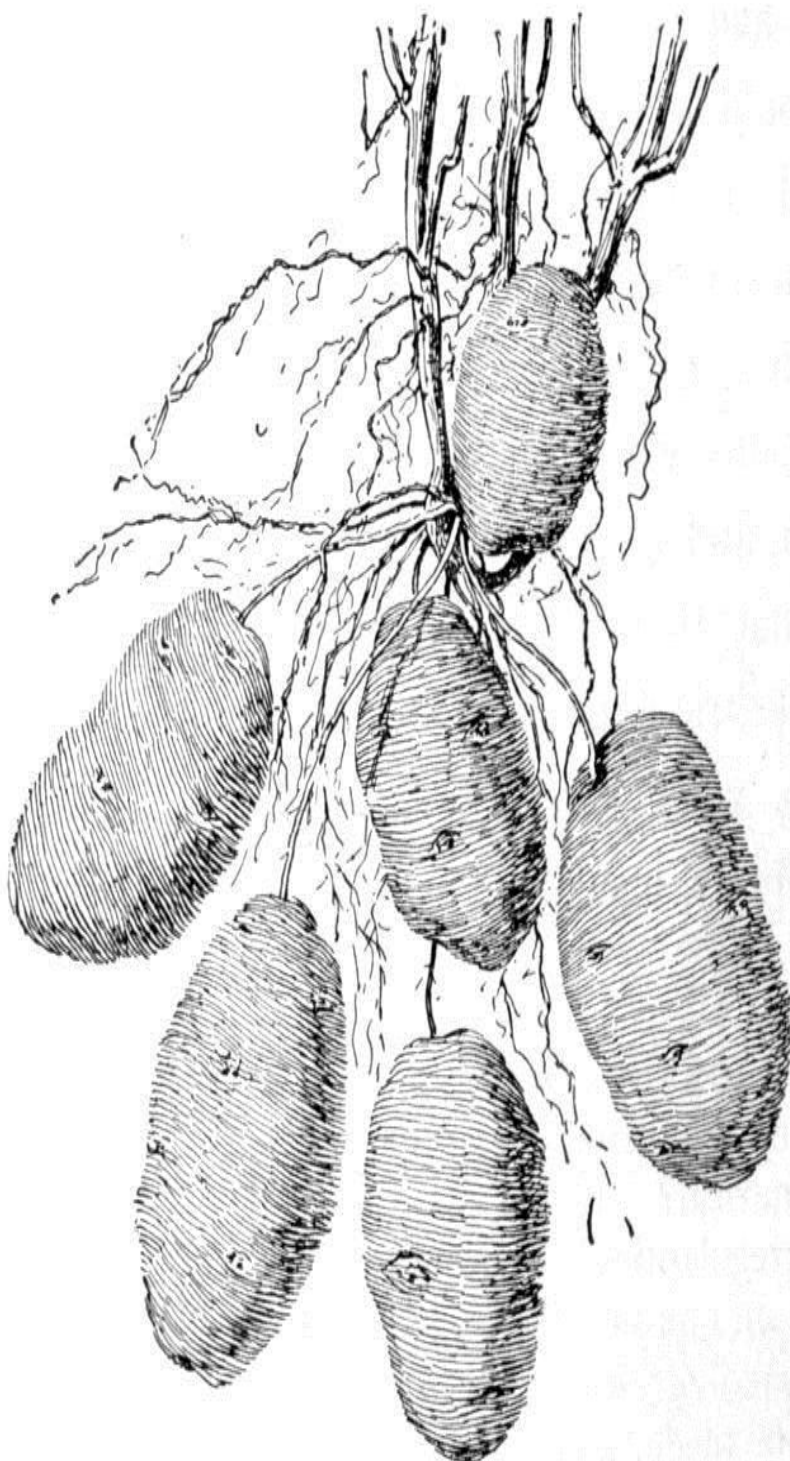


Рис. 68. КАРТОФЕЛЬ. Что такое корни, а что стебли? Имеет ли растение более одного вида стеблей? Более двух видов? Объясните.

ГЛАВА X

СТЕБЕЛЬ — ЕГО ОБЩАЯ СТРУКТУРА

Существует два основных типа структуры стебля у цветущих растений, различия между которыми основаны на расположении пучков или нитей ткани. Эти типы называются *эндогенными* и *экзогенными* ([стр. 20](#)). Чтобы понять, что представляют собой эти типы и структуры, потребуется терпеливая лабораторная работа.

Эндогенные, или однодольные стебли. Примерами эндогенных стеблей являются все травы, тростник, сахарный тростник, смилакс или зеленый кустарник, пальмы, бананы, канна, бамбук, лилии, юкка, спаржа, все зерновые культуры. Для нашего исследования в качестве типа можно использовать стебель кукурузы.

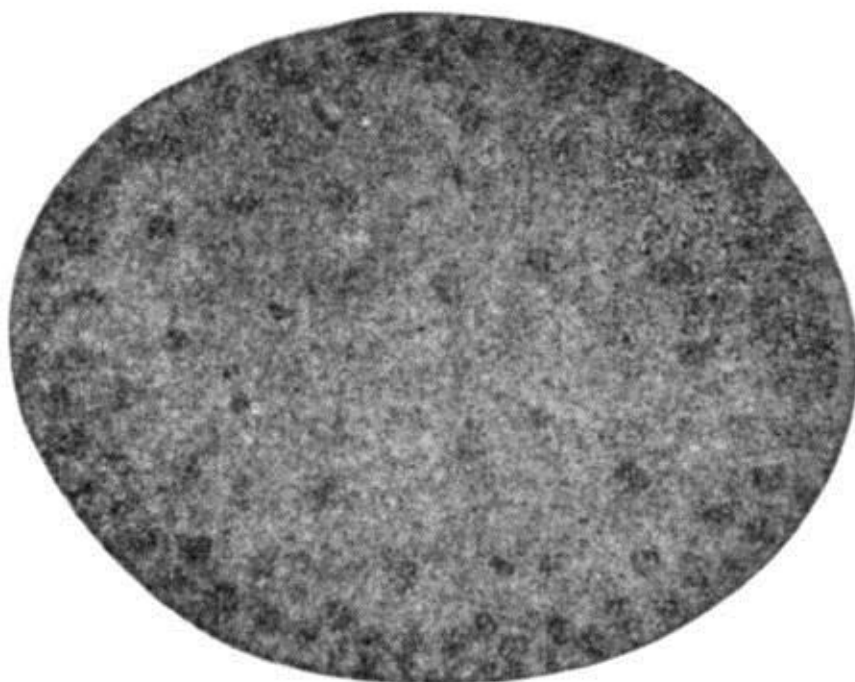


Рис. 69. Поперечное сечение стебля кукурузы, показывающее разбросанные волокнисто-сосудистые пучки. Слегка увеличено.

Во время изучения этого урока каждый ученик должен держать в руке кусок *кукурузного стебля*, зеленый или сухой. Также пригодится [рис. 69](#). Есть ли набухание на узлах? Какая часть междоузлия наиболее приближена к идеальной круглой форме? По одной стороне междоузлия проходит желобчатый канал: как он расположен по отношению к листу? По отношению к желобку в междоузлии ниже него? Что вы видите в нижней части каждого желобка? (В засушенном стебле обычно видны только следы этого.) Развиваются ли когда-нибудь почки на кукурузном стебле, кроме той, что находится на верхушке ()? Откуда берутся поросль? Где растет початок?

Сделайте поперечный разрез стебля между узлами ([рис. 69](#)). Есть ли у него четкая кора? Внутренняя часть состоит из мягкой «серцевины» и жестких древесных частей. Древесина представлена *волокнами* или *нитей*. Что преобладает? Имеют ли волокна какое-то определенное расположение? Какие волокна самые крупные? Самые мелкие? Твердая

гладкая *кора* (которую нельзя назвать корой в полном смысле этого слова) состоит из мелких древесных волокон, плотно спрессованных между собой. Стебли трав представляют собой полые цилиндры; стебель кукурузы, благодаря легкости своего содержимого, также практически представляет собой цилиндр. Стебли такого типа прекрасно приспособлены для обеспечения прочной опоры листьям и плодам. Это соответствует хорошо известному закону, согласно которому полый цилиндр гораздо прочнее, чем сплошной цилиндр того же веса. Срежьте тонкий кусочек внутренней мягкой части и поднесите его к свету. Видите ли вы множество крошечных отсеков или клеток? Эти клетки состоят из ткани, называемой *паренхимой*, из которой в молодом возрасте возникают и дифференцируются все другие ткани (*паренхима* = *родитель* + *хима*, или *ткань*). Многочисленные стенки этих клеток могут служить для укрепления внешней стенки цилиндра, но их основная функция в молодом стебле заключается в том, чтобы давать начало другим клеткам. Когда они живы, они заполнены клеточным соком и протоплазмой.



Рис. 70. — СХЕМА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ХОД ВОЛОКНИСТО-СОСУДИСТЫХ ПУЧКОВ В ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЯХ.

Проследите *древесные волокна* через узлы. Поднимаются ли они вертикально? Изогнуты ли они в определенных местах в сторону коры? Сравните их ход с волокнами, показанными на [рис. 70](#). *Древесные волокна состоят в основном из прочных волокнистых клеток, которые придают растению жесткость и прочность, а также из длинных трубчатых прерывистых каналов, которые служат для транспортировки сока вверх от корня и транспортировки питательных веществ вниз от листьев к стеблю и корням.*

Как показывают окаменелости, однодольные растения существовали до появления двудольных, и считается, что последние развились из предков первых. Будет интересно

проследить взаимосвязь в структуре стебля. Сначала необходимо узнать что-нибудь о структуре древесной нити.

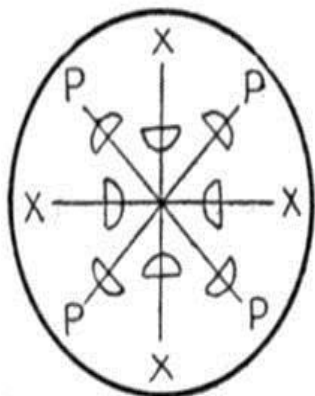


Рис. 71. СХЕМА ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН ИЛИ ФИБРО-СОСУДИСТЫХ ПУЧКОВ В КОРНЕ, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ОТДЕЛЬНО ДРЕВЕСИНУ (x) И ЛУБ (p).

Древесная волокна у однодольных и двудольных растений. Каждая древесная волокна (или волокнисто-сосудистый пучок) состоит из двух частей — луба и собственно древесины. Древесина находится на стороне волокна, обращенной к центру стебля, и содержит крупные трубчатые каналы, по которым водный сок поднимается от корней. Луб находится на стороне, обращенной к коре, и содержит тонкие трубки, по которым распространяется густой сок, содержащий переработанную пищу из листьев. В корне ([рис. 71](#)) луб и древесина разделены, поэтому существует *два вида волокон*.

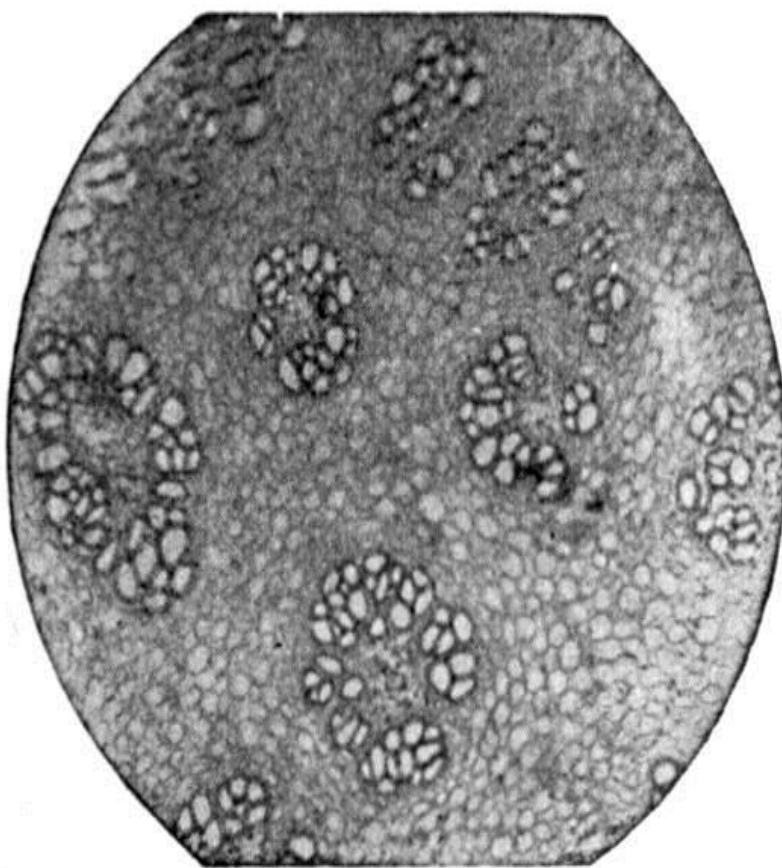
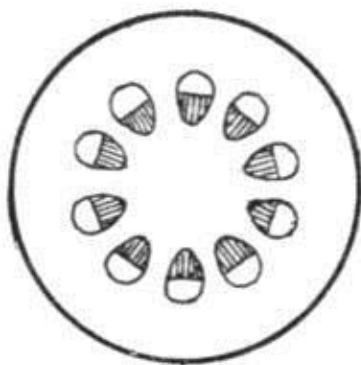


Рис. 72. — Часть поперечного сечения корневища СПАРЖИ, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ НЕСКОЛЬКО ВОЛОКНИСТО-СОСУДИСТЫХ ПУЧКОВ. Эндогенный стебель.

У однодольных растений, как уже было сказано, волокна (или пучки) *обычно рассеяны по стеблю без определенного расположения* ([рис. 72, 73](#)). У двудольных растений волокна, или пучки, *расположены в кольце* (). Когда двудольное семя прорастает, в его гипокотиле обычно образуется пять пучков ([рис. 74](#)); вскоре между ними появляются еще пять, и в крепких растениях умножение продолжается до тех пор, пока пучки не соприкасаются ([рис. 74, справа](#)). Таким образом, внутренние части образуют кольцо древесины, а внешние части образуют внутреннюю кору или луб. Каждый год на стеблях двудольных растений образуется новое кольцо древесины или луба, и возраст срезанного стебля легко определить.



a



b

Рис. 73. РАССЕЯННЫЕ ПУЧКИ ИЛИ ВОЛОКНА у однодольных растений (*a*) и пучки, расположенные по кругу, у двудольных растений (*б*).

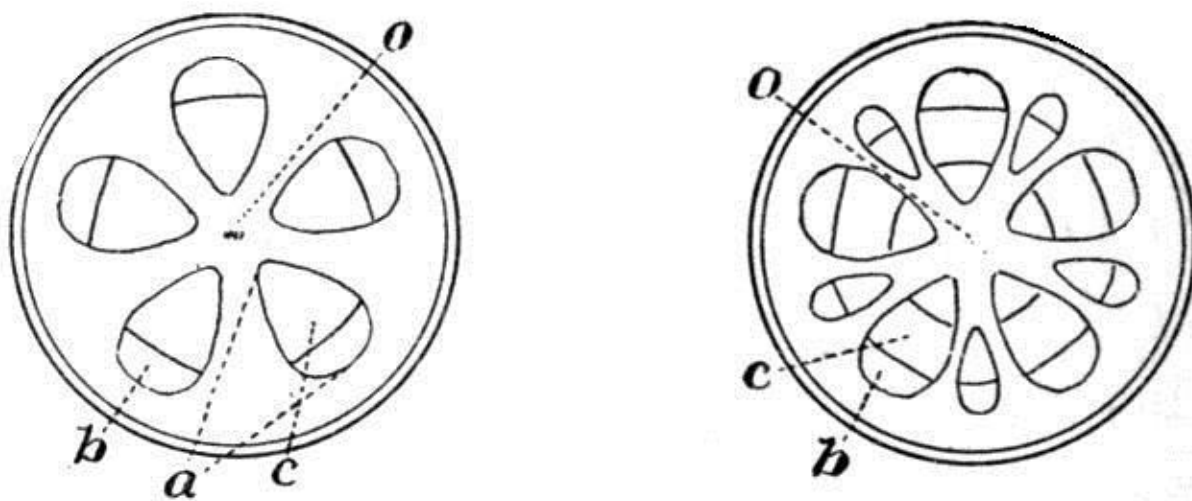


Рис. 74. — Двудольный стебель одного года слева с пятью пучками и двухлетний стебель справа.

o, сердцевина; *c*, древесная часть; *b*, лубовая часть; *a*, годовой прирост.

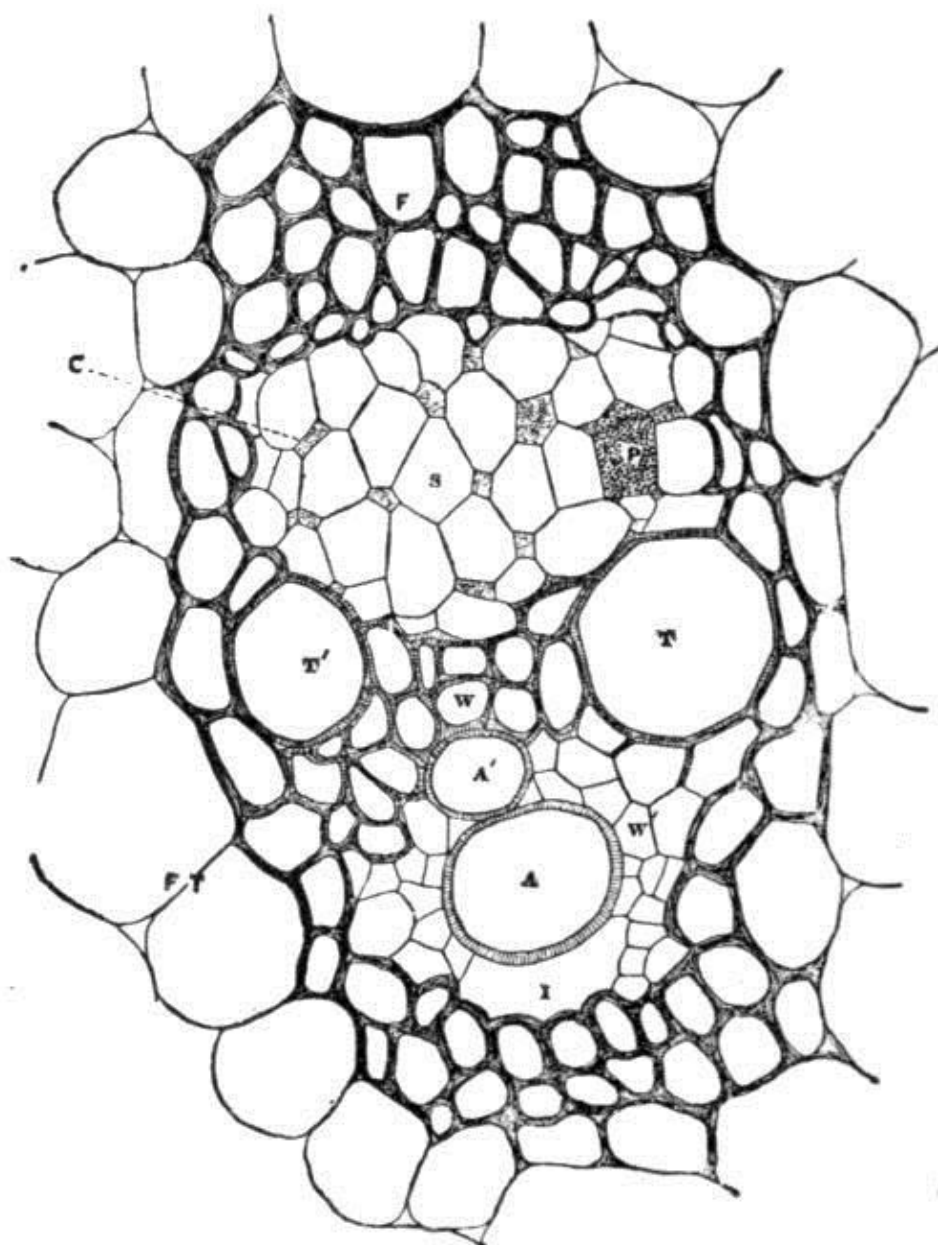


Рис. 75. — Фибро-сосудистый пучок индийской кукурузы, сильно увеличенный.

A — кольцевой сосуд; *A'* — кольцевой или спиральный сосуд; *TT'* — толстостенные сосуды; *W* — трахеиды или древесная ткань; *F* — оболочка из волокнистой ткани, окружающая пучок; *FT* — основная ткань или сердцевина; *S* — ситовидная ткань; *P* — ситовидная пластинка; *C* — сопутствующая клетка; *l* — межклеточное пространство, образованное разрушением соседних клеток; *W'* — древесная паренхима.

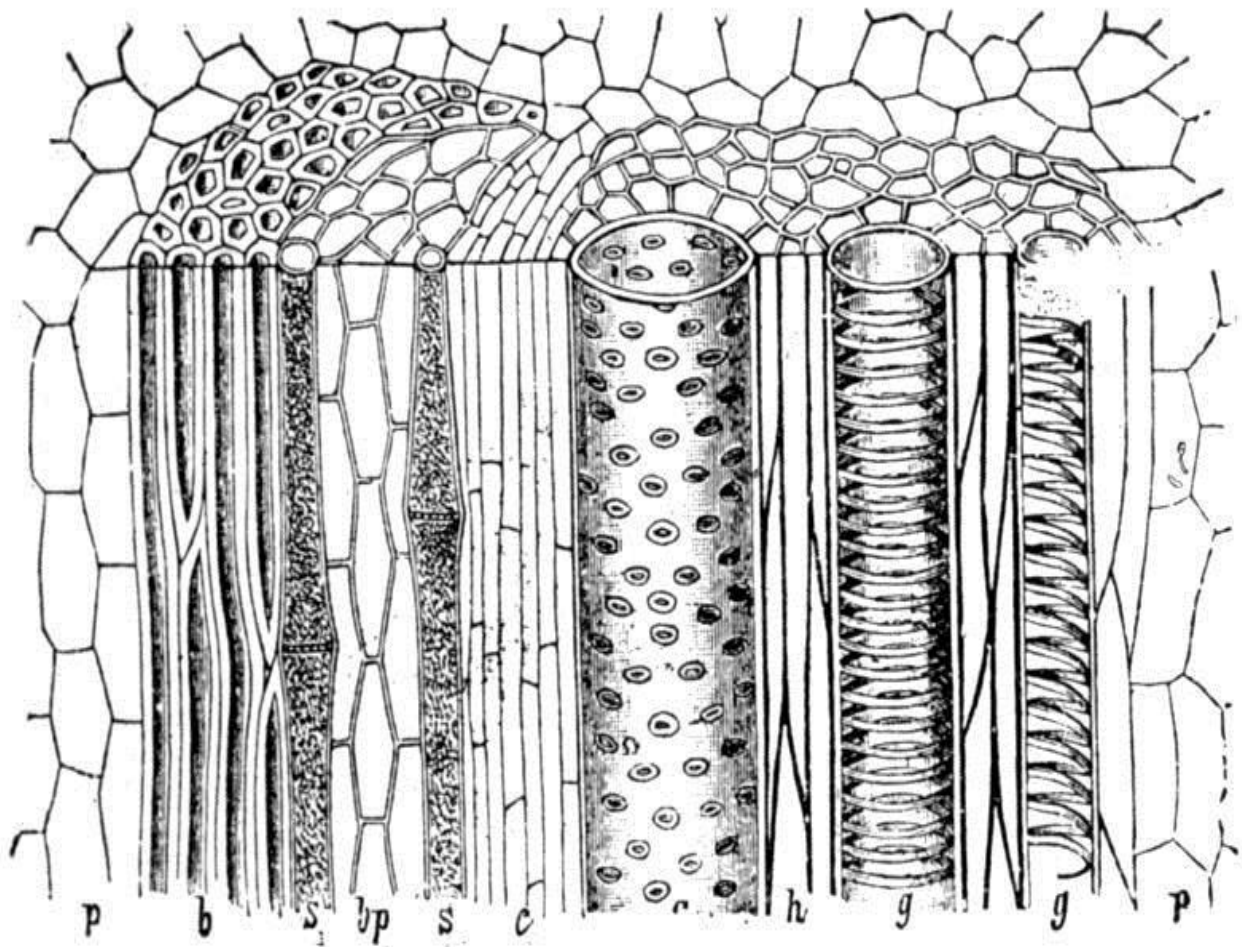
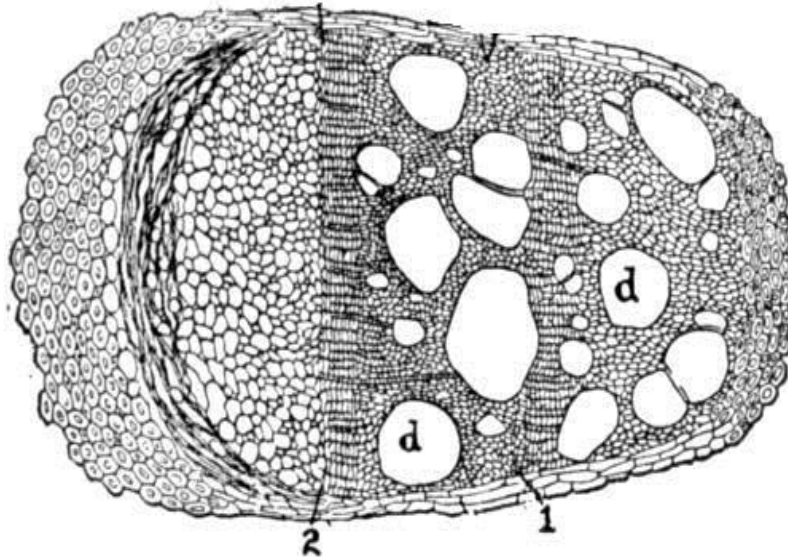


Рис. 76. — Пучок двудольных растений или древесная нить. Верхний рисунок — лунный семенник:

c, камбий; *d*, протоки; 1, конец первого года роста; 2, конец второго года роста; левая часть — луб, правая — древесина. Нижний рисунок (из Wettstein) — подсолнечник; *h*, древесные клетки; *g*, сосуды; *c*, камбий; *p*, основная ткань или паренхима; *b*, луб; *bp*, лубная паренхима; *s*, ситовидные трубки.

При исследовании поперечных срезов однодольных и двудольных пучков под микроскопом легко увидеть, почему двудольные пучки образуют кольца древесины, а однодольные — нет ([рис. 75](#) и [76](#)). Двудольный пучок ([рис. 76](#)) имеет поперечный слой кирпичеобразных клеток, называемых **камбием**, которые являются специализированной формой паренхимных клеток и сохраняют способность расти и размножаться. Пучки, содержащие камбий, называются *открытыми пучками*. В однодольных пучках ([рис. 75](#)) камбия нет, и эти пучки называются *закрытыми пучками*. Стебли однодольных растений *быстро перестают расти в диаметре*. Стебель пальмы почти одинаков по размеру в верхней и нижней частях (). По мере роста двудольных растений их *стебли с каждым годом становятся толще*, поскольку нежный активный слой камбия образует новые клетки с ранней весны до середины лета или осени, увеличивая объем древесины внутри и коры снаружи. Поскольку рост весной очень быстрый, первые образовавшиеся клетки древесины намного больше, чем последние клетки, образовавшиеся в результате медленного роста в конце сезона, и весенняя древесина менее плотная и светлее летней; поэтому время между двумя годами роста легко определить ([рис. 77](#) и [78](#)). Из-за быстрого роста камбия весной и, как следствие, мягких стенок и жидкого содержимого, кора деревьев в это время года легко «отслаивается».

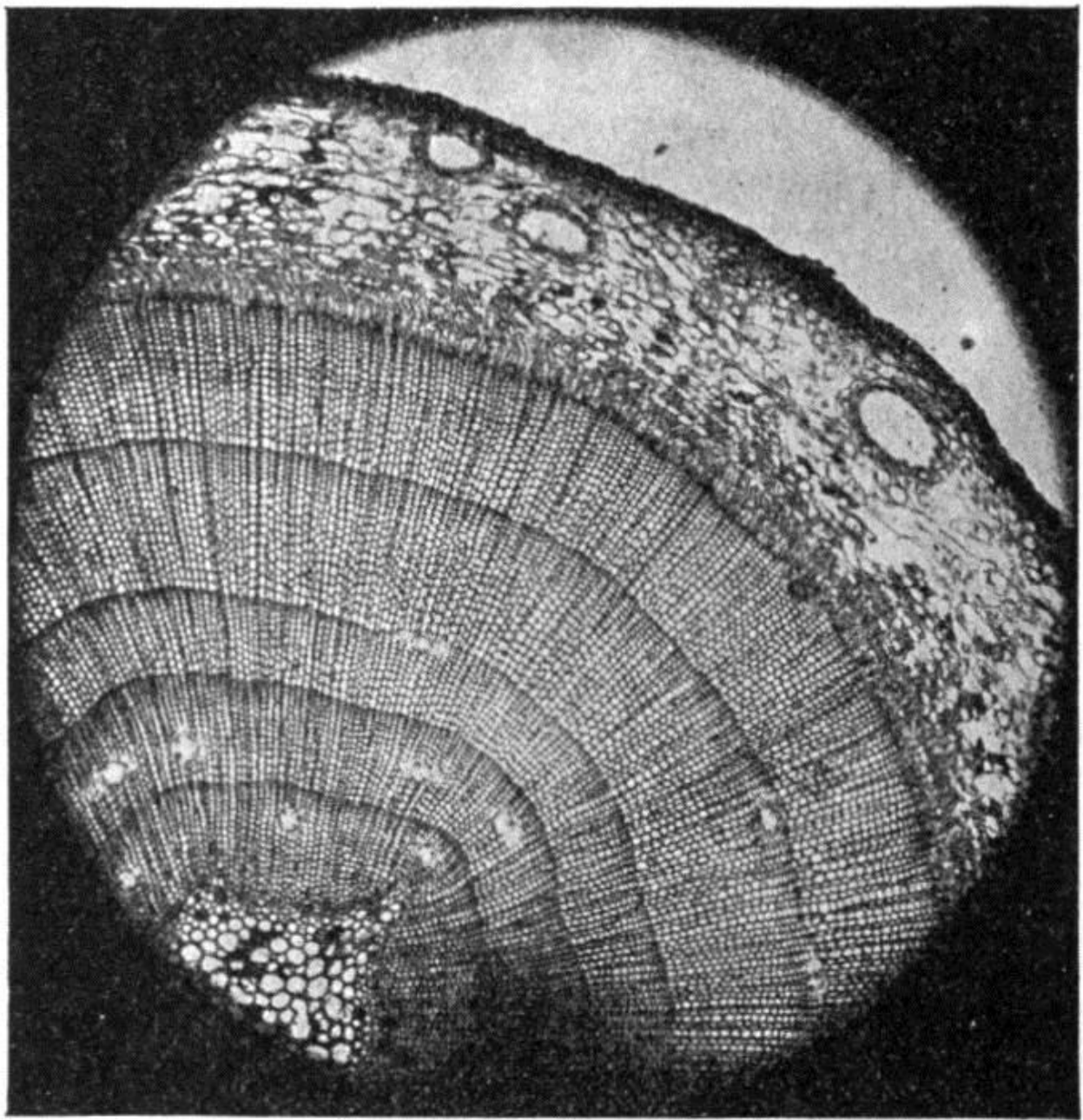


Рис. 77. Ствол белой сосны, возраст 5 лет. Самый внешний слой — кора.

Медуллярные лучи. — Рост первого года у двудольных растений образует древесное кольцо, которое почти полностью окружает сердцевину, и она остается в виде небольшого цилиндра, который не увеличивается в размерах, даже если дерево проживет столетие. Однако она не полностью окружена, поскольку между пучками остаются узкие слои мягких клеток, разделяющие их ([рис. 78](#)), образуя радиальные линии, называемые **медуллярными лучами** или **лучами сердцевины**.

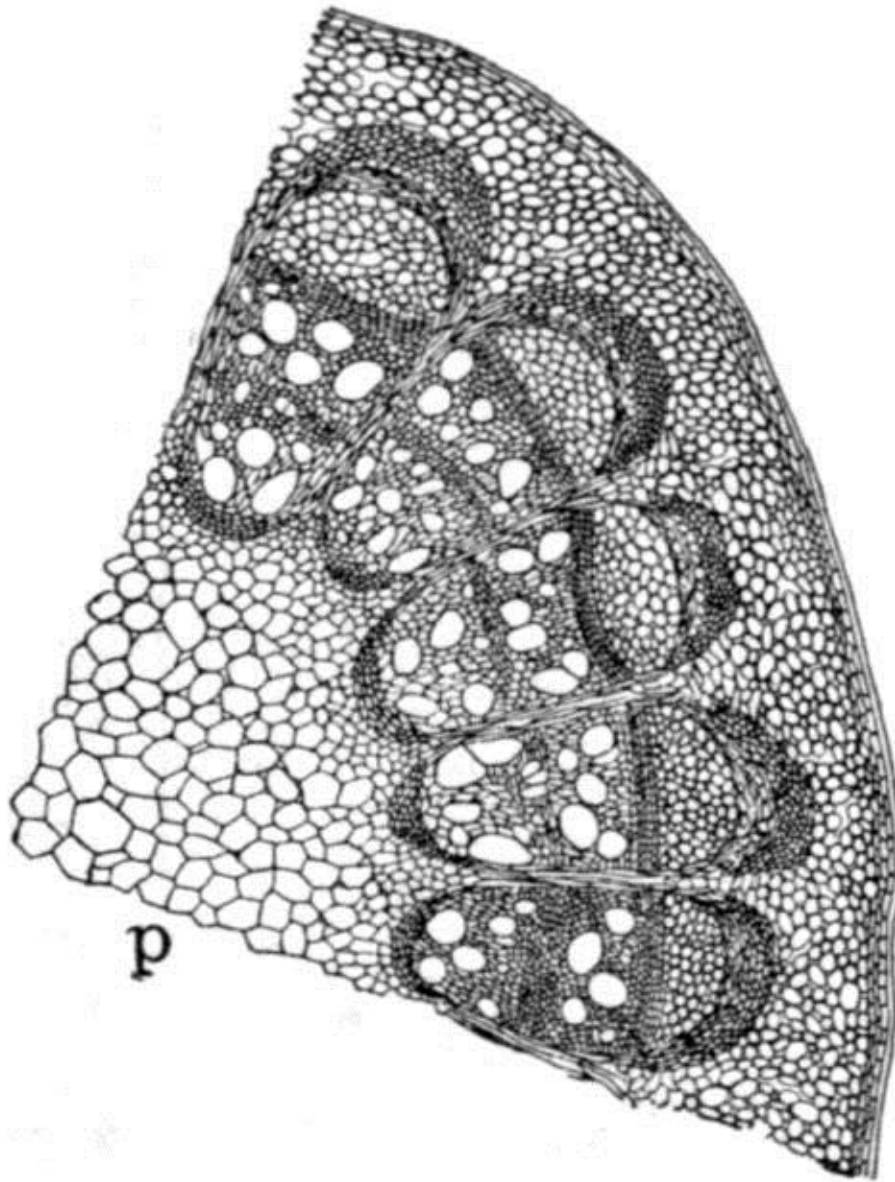


Рис. 78. РАСПОЛОЖЕНИЕ ТКАНЕЙ В ДВУХЛЕТНЕМ СТЕБЛЕ ЛУННОГО ДЕРЕВА.

p, сердцевина; *f*, паренхима. Фибро-сосудистые пучки, или древесные волокна, очень заметны, между ними находятся тонкие медуллярные лучи.

Несколько растительных клеток и их функции. В древесине есть некоторые паренхимные клетки, которые все еще имеют тонкие стенки, но утратили способность к делению. Теперь они являются *клетками-хранилищами*. Есть также древесные волокна, которые имеют толстые стенки и являются жесткими (h, [рис. 76](#)) и служат для *поддержки* сосудов для сока или *древесных сосудов* (или трахеид), которые образуются в результате поглощения торцевых стенок вертикальных рядов клеток; сосуды проходят от корней к веткам и даже к ребрам листьев и служат для транспортировки корневой воды. Их можно распознать по характерному утолщению стенки на внутренней поверхности трубок, имеющему форму спиралей (, [рис. 79](#)). Иногда утолщена вся стенка, за исключением участков, называемых *ямками* (g, [рис. 76](#)). Эти тонкие участки ([рис. 80](#)) позволяют соку проходить в другие клетки или соседние сосуды.

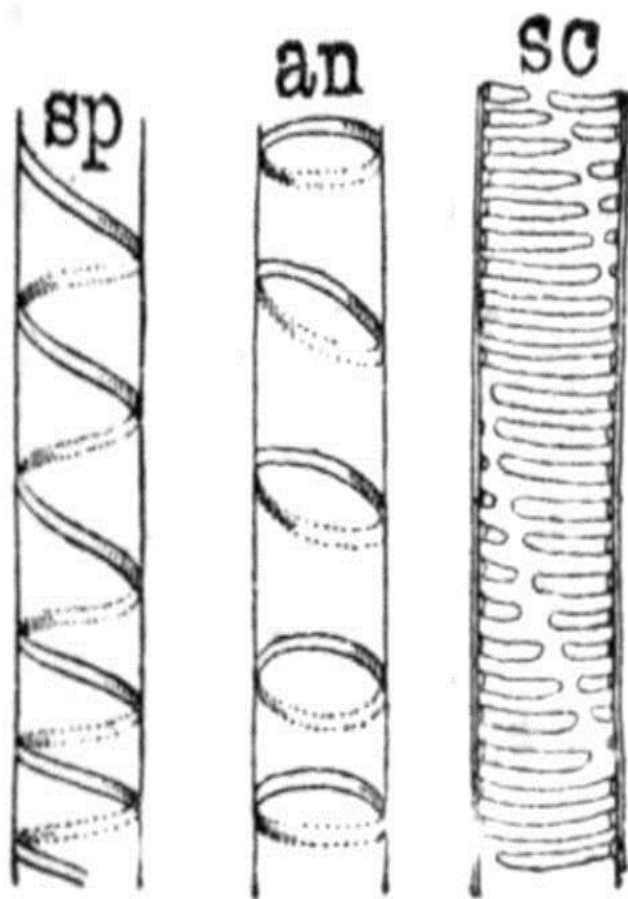


Рис. 79. — Обозначения на стенках клеток древесных волокон.
sp, спиралевидный; *an*, кольцевидный; *sc*, лестничный.

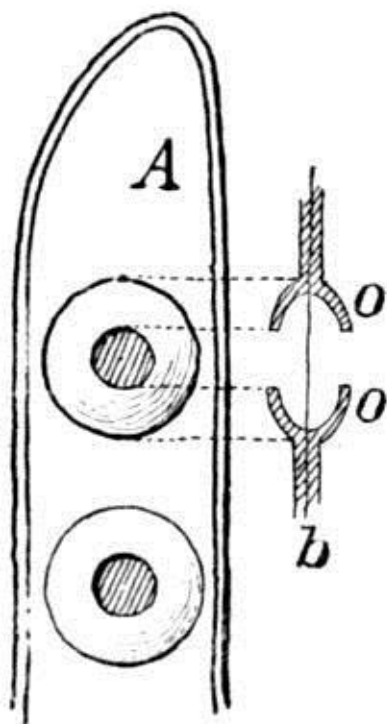


Рис. 80. Ямки в клеточной стенке.

Продольный срез стенки в точке *b*, показывающий края точек в точках *o*, *o*.

Как мы уже видели, **камбий** состоит из клеток, функция которых заключается в *росте*. Эти клетки () имеют тонкие стенки и заполнены протоплазмой. В течение вегетационного периода они непрерывно добавляются к древесине внутри и коре снаружи; поэтому слой смещается наружу, откладывая новый древесный слой внутри.

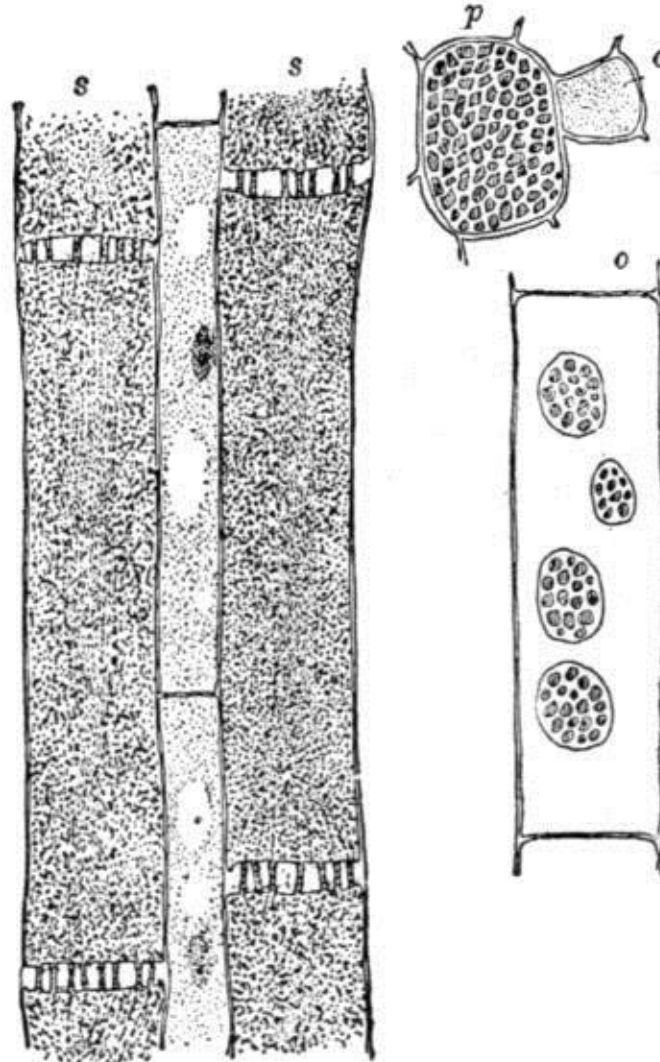


Рис. 81. — Ситовидные трубки, *s*, *s*;

p — вид сверху на ситовидную пластинку с соседней клеткой. *c* — сбоку; *o* — ситовидные пластинки на боковой стороне клетки. В *s*, *s* протоплазма отслоилась от стенок под действием реагентов.

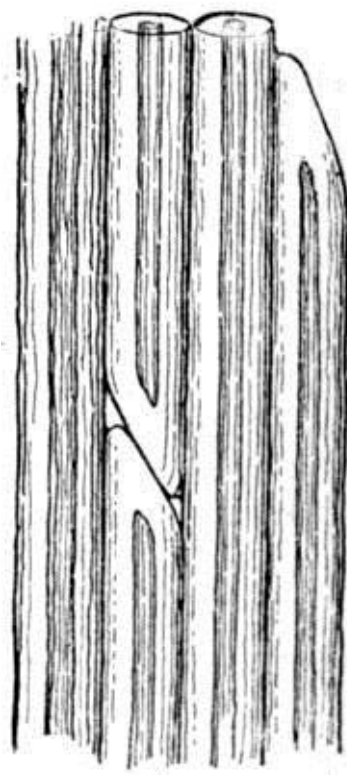


Рис. 82. — Толстостенные лубовые клетки.

Кора состоит из внутренней или *волокнистой коры*, или новой лубяной коры (из этих волокон в льне получают лен), *зеленой или средней коры*, которая выполняет функцию, схожую с функцией листьев, и *пробковой или внешней коры*. Таким образом, общее слово «кора» не обозначает однородную или простую структуру, а скорее совокупность нескольких видов тканей, все из которых отделены от древесины посредством камбия. Новый луб содержит (1) *ситовидные трубки* ([рис. 81](#)), которые транспортируют сок, содержащий органические вещества, такие как сахар и белки, от листьев к частям, которые в нем нуждаются (s, [рис. 76](#)). Эти трубки сформированы как древесные сосуды, но имеют ситовидные пластинки, которые позволяют плотному соку, насыщенному органическими веществами, проходить с достаточной скоростью для быстрого распределения. (2) В лубе также имеются *толстостенные лубовые волокна* ([рис. 82](#)), которые служат для *поддержки*. (3) В новом лубе также имеется некоторая паренхима (родительская ткань); теперь она частично является тканью-хранилищем. Иногда стенки паренхимных клеток в коре утолщаются по углам и образуют *клетки-подпорки* ([рис. 83](#)) (коленхима) для *поддержки*; иногда утолщается вся стенка, образуя *зернистые клетки* или *каменные клетки* ([рис. 84](#); примеры в жестких частях груши или в косточках фруктов). Некоторые части служат для выделения секретов (молоко, канифоль и т. д.) и называются *латексными трубками*.

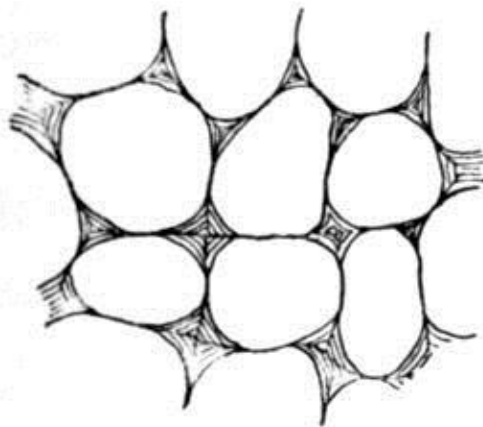


Рис. 83. Коленхем в диком импатиенсе или нетронь-меня (*Impatiens*).

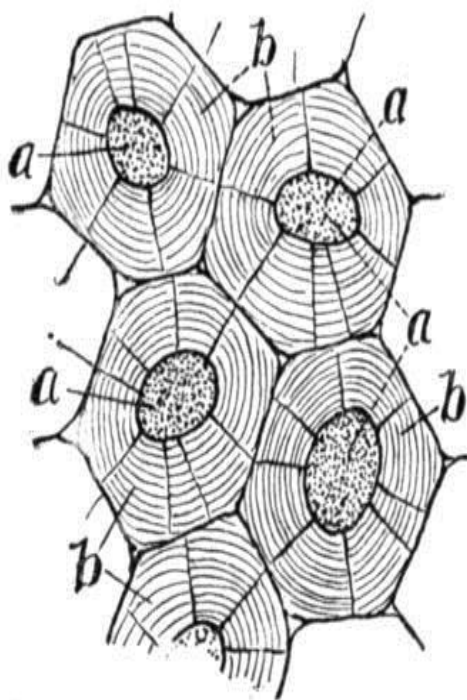


Рис. 84. — Песчаные клетки.

Внешняя кора старых побегов состоит из *пробковых* клеток, которые *защищают* от механических повреждений и содержат жирное вещество (суберин), непроницаемое для воды и служащее для *сохранения влаги*. Иногда в коре имеется пробковый камбий (или феллоген), который служит для расширения коры и предотвращения ее растрескивания, тем самым увеличивая ее защитные свойства.

Транспортировка «сока». — Вскоре мы узнаем, что общее слово «сок» не обозначает одно или простое вещество. Мы можем условно выделить два вида более или менее жидкого содержимого: (1) *корневая вода*, иногда называемая минеральным соком, которая поглощается корнем и содержит такие неорганические вещества, как калий, кальций, железо и прочие; как мы обнаружили, эта корневая вода поднимается в *древесных сосудах*, то есть в молодой или «заболонистой» древесине (с. [96](#)); (2) *переработанные* или *организованные вещества*, перемещающиеся туда и обратно, особенно из листьев, для построения тканей во всех частях растения, часть которых опускается к корням и корневым волоскам; как мы узнали, это органическое вещество транспортируется в *ситовидных трубках внутренней лубяной части*, то есть во «внутренней коре». Удаление коры с ствола в

виде пояса () не остановит подъем корневой воды, пока дерево остается живым, но оно остановит прохождение переработанных или запасенных питательных веществ в нижние части и, таким образом, приведет к их голоданию; и если пояс не заживет за счет отложения новой коры, дерево со временем *умрет от голода*. Теперь становится ясно, что распространенная практика установки проволоки или обручей вокруг деревьев для удержания их в нужном положении или предотвращения падения ветвей является нерациональной, поскольку такая проволока создает барьеры, через которые жидкости не могут проходить; со временем, по мере увеличения диаметра ствола, проволока сдавливает дерево. Гораздо лучше скрепить части дерева болтами, проходящими через ветви ([рис. 85](#)). Эти болты должны плотно входить в отверстия. Почему?

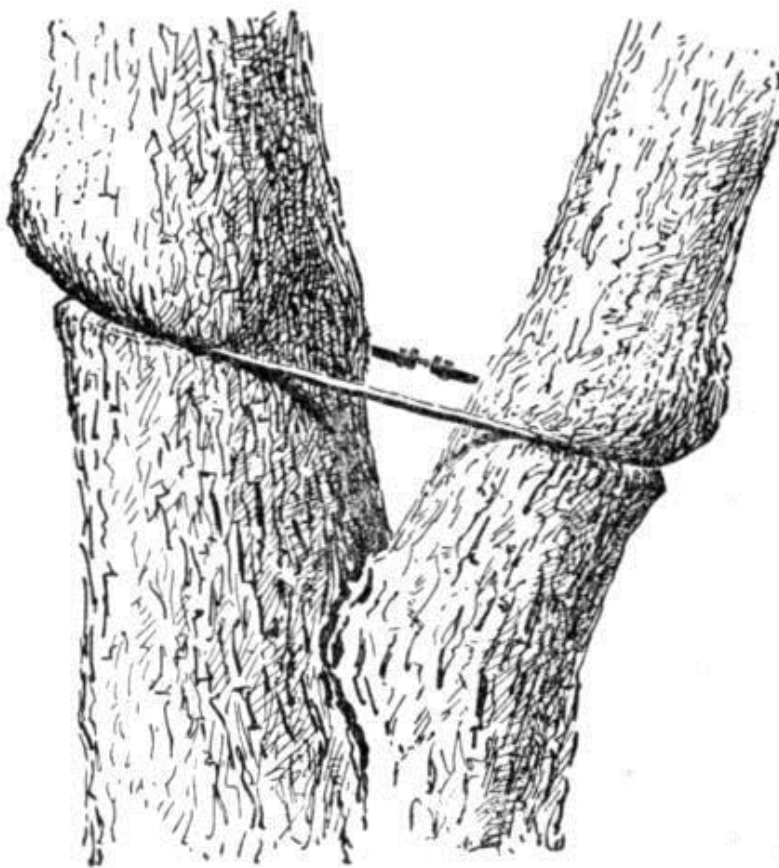


Рис. 85. — НЕПРАВИЛЬНЫЙ СПОСОБ УКРЕПЛЕНИЯ ДЕРЕВА. (См. [рис. 118](#)).

Древесина. — Главный ствол или ствол, а иногда и более крупные ветви являются источниками пиломатериалов и древесины. Различные породы дерева ценятся за свои особые качества. Деятельность по выращиванию древесины для всех целей известна как *лесоводство*. Лес следует рассматривать как урожай, и урожай необходимо собирать, так же как собирают кукурузу или рис. Человек часто способен вырастить более продуктивный лес, чем природа.

Устойчивость к гниению придает ценность древесине, используемой для изготовления гонтов (*кипарис*, сердцевина *желтой сосны*) и столбов для заборов (*шелковица*, *кедр*, *дуб-столб*, *bois d'arc*, *мескит*).

Твердость и прочность — качества, которые очень ценятся в строительстве. *Живой дуб* используется в судостроении. *Красный дуб*, *каменный клен*, *дуб « »* и *желтая сосна* используются для полов. Лучший пол — это пол, распиленный с прямыми краями годовичных колец вверх; полы, распиленные по касательной, могут расколоться. *Каштан* распространен в некоторых частях страны и используется для потолков, недорогой отделки и мебели.

Акация и *bois d'arc* (осаж) используются для изготовления ступиц колес; *bois d'arc* является чрезвычайно прочным материалом для мощения улиц. *Эбеновое дерево* — тропическая порода, используемая для изготовления флейт, черных клавиш фортепиано и изысканных изделий. *Ясень* прямой и эластичный; он используется для изготовления рукояток легких инструментов. *Гикори* очень прочный и эластичный, он превосходит ясень по прочности и используется для изготовления рукояток, спиц и других изделий, где требуется прочность. Гикори никогда не распиливают на доски, а раскалывают или точат. «Второй рост», который прорастает из пней, наиболее полезен, так как легко раскалывается. Быстрорастущий гикори на плодородных землях является наиболее ценным. Запасы полезного гикори быстро исчерпываются.

Мягкость часто имеет важное значение. *Белая сосна* и *сладкий каучук* из-за своей мягкости и легкости полезны в изготовлении ящиков. «Джорджия» или *южная сосна* тверже и прочнее белой сосны; она широко используется для полов, потолков и некоторых видов столярных работ. *Белая сосна* используется для оконных рам, дверей и молдингов, а более дешевые сорта — для полов. *Хемлок* — преобладающая древесина на востоке для каркаса и обшивки зданий. *Красное дерево* и *ель Дугласа* являются распространенными строительными материалами на тихоокеанском побережье. *Кипарис* () мягкий и устойчив к гниению, он превосходит белую сосну для изготовления оконных рам, дверей и столбов снаружи домов. *Кедр* легко поддается резьбе и имеет уникальное применение в изготовлении сундуков для одежды, так как его запах отпугивает моль и других насекомых. *Ива* полезна для изготовления корзин и легкой мебели. *Луна* используется для легких потолков, а иногда и для дешевых полов. *Белая древесина* (неправильно называемая тополем) используется для изготовления кузовов повозок и часто для отделки домов. Она часто напоминает вьющийся клен.

Красота текстуры и полировка придают дереву ценность для изготовления мебели, пианино и т. п. *Махагон* и *белый дуб* являются самыми красивыми, хотя также используется красный дуб. Дубовые бревна, которые сначала распиливаются на четверти, а затем распиливаются по радиусу, обнажают красивую серебристую текстуру (медуллярные лучи). На [рис. 86](#) показан один из способов распиловки на четверти. Бревно распиливают по линиям а, а, b, b; затем из каждой четверти вырезают последующие доски в точках 1, 2, 3 и т. д. Чем ближе к сердцевине, тем лучше «текстура»: почему? Обычные доски распиливают по касательной, как с, с. *Кудрявая сосна*, *кудрявый орех* и *клен с птичьим глазом* — это породы дерева, которые обязаны своей красотой текстуры волнистым линиям или погребенным сучкам. Один только пень вьющегося ореха стоит несколько сотен долларов. Такая древесина нарезается очень тонко для шпонирования и приклеивается к другим породам дерева при изготовлении пианино и других предметов. Если бы удалось выяснить причину волнистости текстуры и выращивать такую древесину по желанию, это открытие было бы очень полезным. *Клен* широко используется для изготовления мебели. *Береза* может быть окрашена так, что очень похожа на красное дерево, и она полезна для изготовления письменных столов.

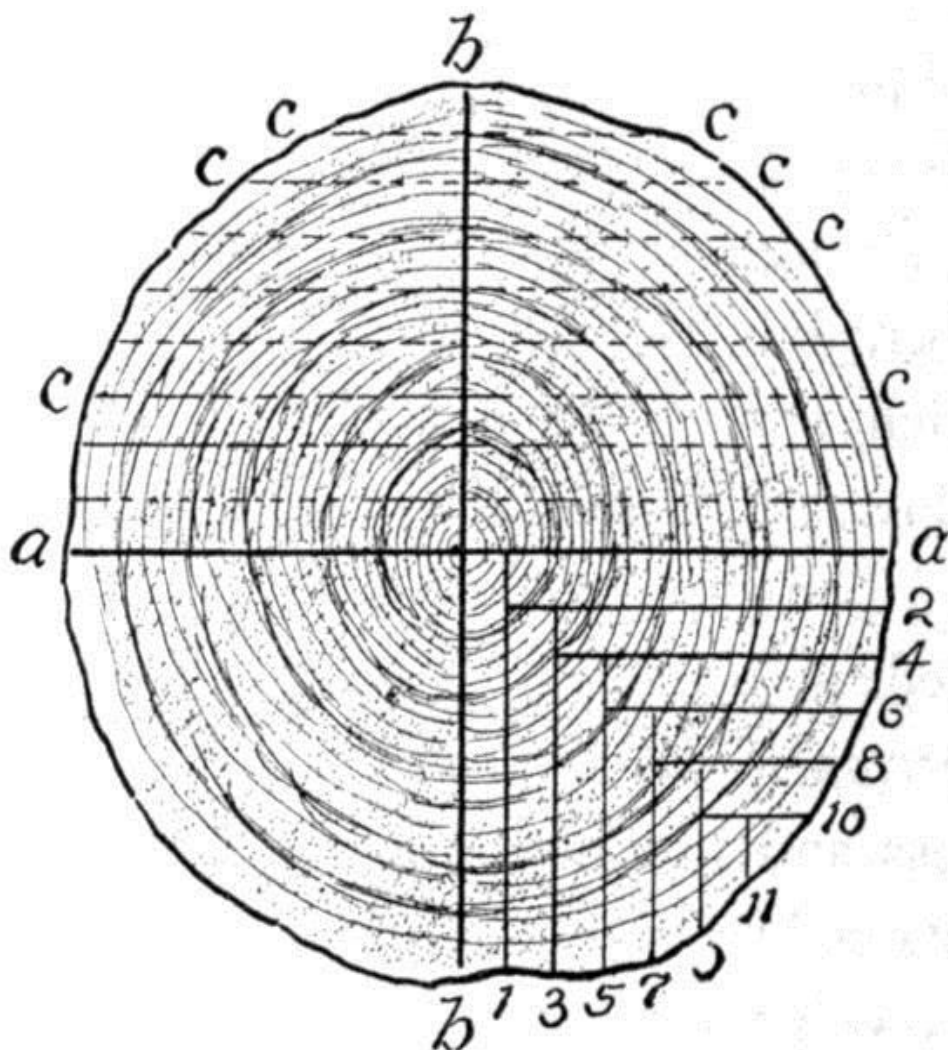


Рис. 86. — Изготовление обычных досок и один из способов изготовления «четвертованных» досок.

Особые продукты деревьев. — Пробка из коры пробкового дуба в Испании, латекс из каучукового дерева и сок из сахарного клена (), скипидар из сосны, дубильный экстракт из коры дуба, перуанская кора из хинного дерева — все это полезные продукты.

Предложения. — *Части корня и стебля, по которым поднимаются жидкости.* **49.** Выдерните небольшое растение с обильной листвой, отрежьте корень, оставив на растении два дюйма или более (или отрежьте лиственный побег кабачка или другого быстрорастущего грубого растения) и поставьте его в бутылку с небольшим количеством воды на дне, окрашенной красными чернилами (эозином). Через три часа осмотрите корень; сделайте поперечные срезы в нескольких местах. Окрасила ли вода цилиндр оси? Кору? Каков ваш вывод? Поставьте в тот же раствор несколько срезанных цветов или лиственное растение с обрезанным стеблем и осмотрите, как и раньше: вывод? **50.** Оберните веточку быстрорастущего кустарника (например, ивы) в начале весны, когда начинается рост, (а) очень осторожно удалив только кору и (б) срезав также заболонь. При каких условиях листья вянут? Почему? **51.** Поставьте веточки ивы в воду; после того, как под водой сформируются корни, обвяжите веточку (двумя способами) выше корней. Что происходит с корнями и почему? **52.** Наблюдайте за набуханиями на деревьях, которые были обвязаны или сильно повреждены проволокой или иным образом: где находятся эти набухания и почему? **53. Виды дерева.** Пусть каждый ученик определит вид дерева, из которого сделаны парты, пол, дверные и оконные коробки, сами двери, рамы, черепица, забор, а также мелкие предметы и мебель в комнате; а также какое дерево является самым дешевым, а какое самым дорогим в данном населенном пункте. **54.** Сколько видов дерева знает ученик и каково их основное применение?

Примечание для учителя. Работа в этой главе носит в основном описательный характер и направлена на то, чтобы дать ученику рациональное представление об основных жизненных процессах, связанных со стволом, таким образом, чтобы он мог перенести это в свои повседневные мысли. Она не предназначена для того, чтобы давать советы по использованию

сложного микроскопа. Если ученик будет внимательно изучать текст, рисунки и фотографии на предыдущих и следующих страницах, он получит некоторую пользу от изучения микроскопических срезов, не тратя время на освоение техники работы с микроскопом. Если школа оснащена сложными микроскопами, то, вероятно, будет выбран учитель, обладающий необходимыми навыками работы с ними и знаниями по анатомии и физиологии, которые естественным образом сопутствуют такой работе; и было бы бесполезно давать инструкции по такой работе в тексте такого рода. Автор считает, что введение сложного микроскопа в первые курсы ботаники принесло вред. Хорошее и эффективное обучение требует, чтобы ученик сначала имел нормальное, прямое и естественное отношение к предмету, с которым он обычно сталкивается, чтобы ему объясняли очевидные и значимые особенности растительного мира и использовали их в качестве средства обучения. Нельзя ожидать, что начинающий ученик будет знать основные физиологические процессы, и нет необходимости знать эти процессы, чтобы иметь точку зрения и обученный ум на вещи, которые обычно видят. Многие ученики прошли так называемый лабораторный курс по ботанике, не придя к какому-либо реальному пониманию того, что такое растения, и не открыв свой ум для реального сочувственного контакта со своим окружением. Даже если знания человека не являются глубокими или обширными, они все же могут быть точными в той мере, в какой это возможно, а его взгляд на предмет может быть рациональным.

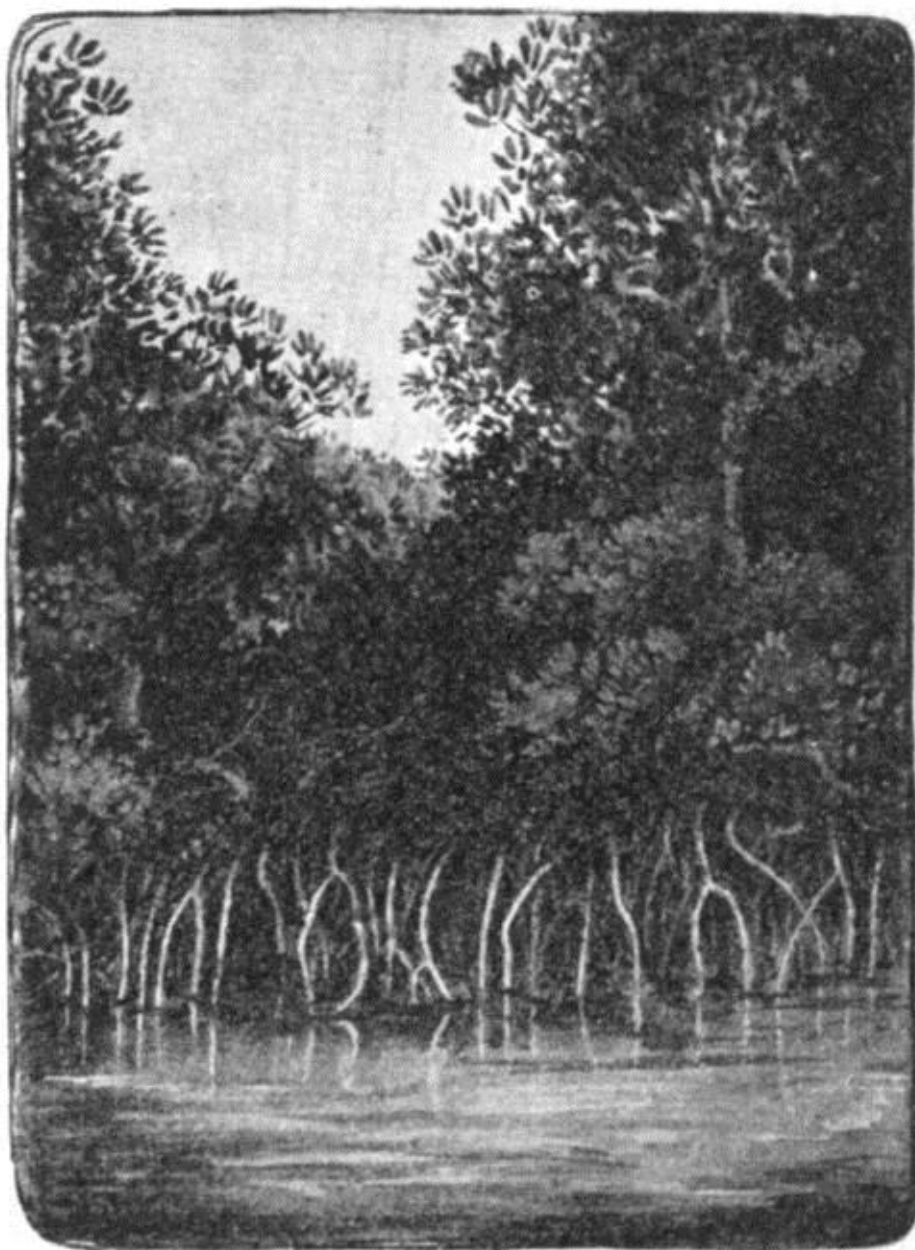


Рис. 87. Многоствольные заросли мангровых деревьев на южных побережьях, многие из стволов которых образованы воздушными корнями.

ГЛАВА XI

ЛИСТЬЯ — ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ

Листья можно изучать с четырех точек зрения: (1) их *виды и формы*; (2) их *положение* или *расположение* на растении; (3) их *анатомия* или *строение*; (4) их *функция* или выполняемая ими работа. В этой главе рассматриваются первые две категории.

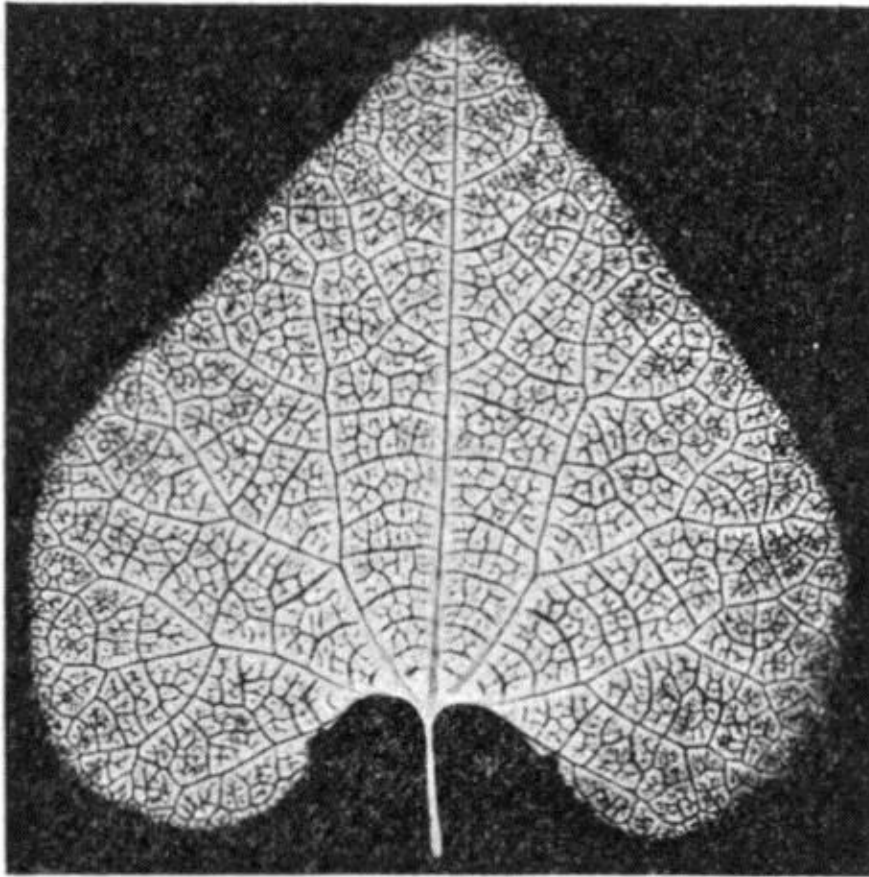


Рис. 88. Простой лист с сетчатым жилкованием.

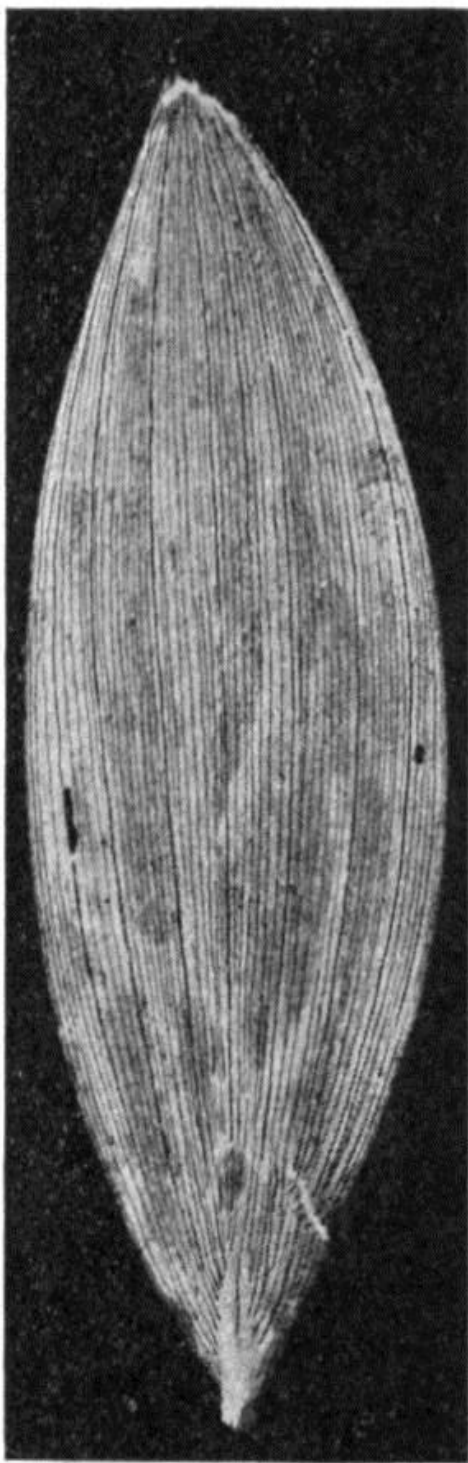


Рис. 89. Простой лист с параллельными жилками.



Рис. 90. — Сложный или ветвистый лист папоротника (обычный папоротник).

Виды. Листья бывают **простыми** или неразветвленными ([рис. 88, 89](#)) и **сложными** или разветвленными ([рис. 90](#)). Способ сложения или разветвления зависит от типа жилковатости. **Жилковатость** бывает двух основных видов: у некоторых растений главные жилки расходятся, и образуют заметную сеть мелких жилок; такие листья называются **сетчато-жилковатыми**. Они характерны для двудольных растений. У других растений главные жилки параллельны или почти параллельны, и нет заметной сети; это листья с **параллельным жилкованием** ([рис. 89, 102](#)). Такие листья являются правилом у однодольных растений. Жилкование сетчато-жилковых листьев является **перистым** или перьевидным, когда жилки отходят от боковой стороны непрерывной средней жилки ([рис. 91](#)); **ладонным** или **пальцевидным** (подобным руке), когда жилки отходят от вершины черешка ([рис. 88, 92](#)). Если бы листья были разделены между главными жилками, то первые были бы перистыми, а вторые — пальцевидными.



Рис. 91. — Полные листья ивы.

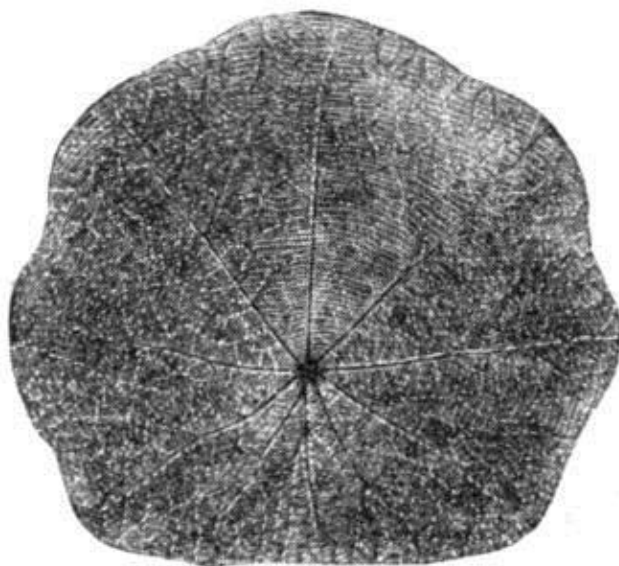


Рис. 92. — Пальчато-жилковый щитковидный лист настурции.



Рис. 93. — Перьевидный сложный лист ясеня.

Обычно лист называют сложным только в том случае, если его части или ветви представляют собой полностью отделенные пластинки, как когда разделение проходит до средней жилки ([рис. 90, 93, 94, 95](#)). Части или ветви называются **листочками**. Иногда сами листочки являются сложными, и тогда весь лист называется **двукратно сложным** или **дважды сложным** ([рис. 90](#)). Некоторые листья бывают тройными, четверными или пятыми сложными. **Декомпозиция** — это общий термин, обозначающий любую степень сложности, превышающую двукратную.



Рис. 94. — Пальчатосложный лист малины.

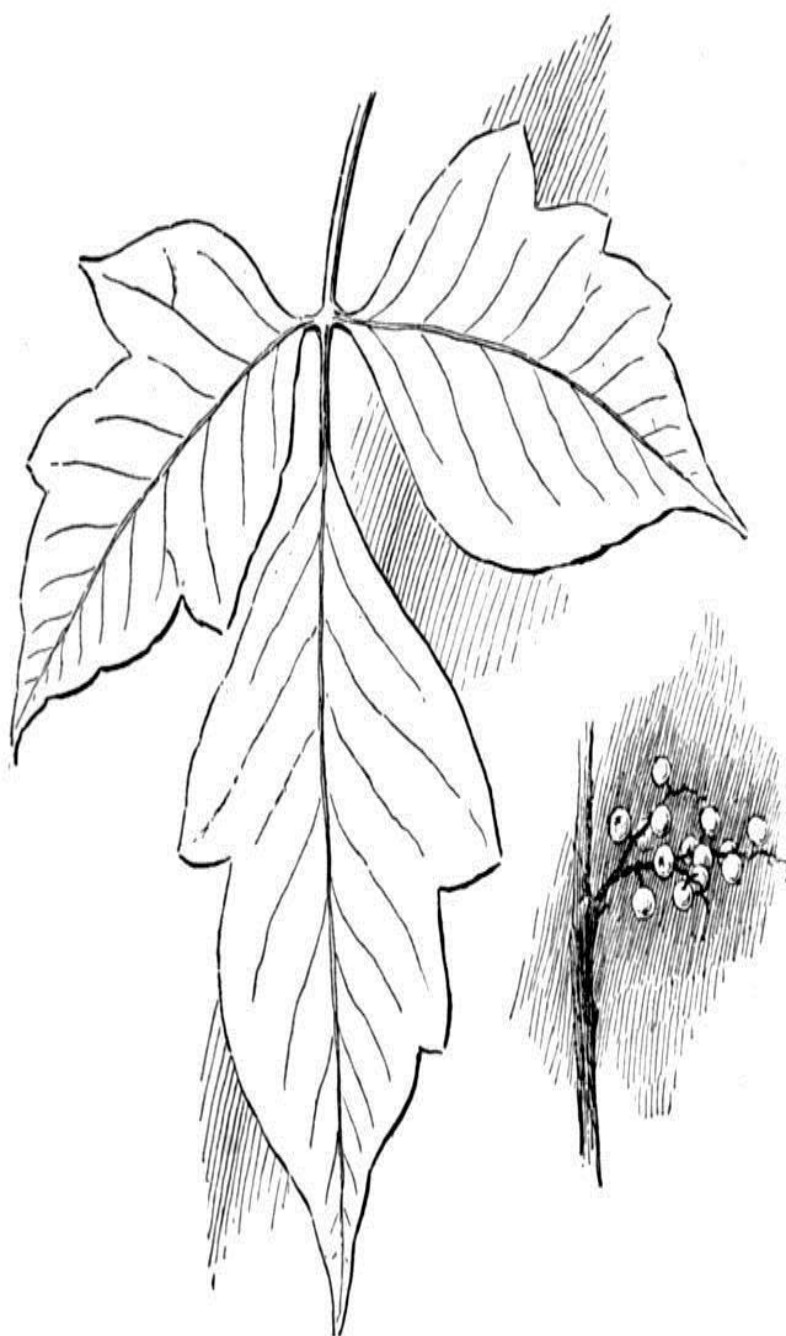


Рис. 95. Ядовитый плющ. Лист и плод.



Рис. 96. Лопастной лист сахарного клена.

Листья, которые не разделены до середины, называются:
лопастными, если отверстия или пазухи не превышают половину глубины пластинки ([рис. 96](#));

раздвоенными, если выемки глубже середины;

разделенными, если пазухи достигают двух третей или более до средней жилки ([рис. 97](#));

разделенными, если пазухи достигают почти или полностью до средней жилки.

Эти части называются **лопастями**, **разделами** или **сегментами**, а не листочками. Лист может быть перисто-лопастным или пальчато-лопастным, разделенным, расщепленным или разделенным. Перисто-разделенный или расщепленный лист иногда называют **перисто-лопастным**.



Рис. 97. — Пальчаторазделенные листья бегонии.

Листья могут иметь одну или все три части — **пластинку**, или расширенную часть; **черешок**, или стебель; **прилистники**, или придатки у основания черешка. Лист, имеющий все три части, называется **полным** ([рис. 91, 106](#)). Прилистники часто бывают зелеными и похожими на листья и выполняют функцию листвы, как у гороха и японской айвы (последняя часто встречается в садах).



Рис. 98. — Продолговато-яйцевидные сидячие листья чая.

Листья и листочки, не имеющие стеблей, называются **сидячими** ([рис. 98, 103](#)), *т. е.* сидящими. Найдите несколько примеров. То же самое говорят о цветах и плодах. Листовая пластинка сидячего листа может частично или полностью окружать стебель, тогда его называют **обхватывающим**. Примеры: астра ([рис. 99](#)), кукуруза. В некоторых случаях лист спускается по стеблю, образуя крыло; такие листья называются **нисходящими** ([рис. 100](#)). Когда противоположные сидячие листья соединены своими основаниями, их называют **сросшимися** ([рис. 101](#)).

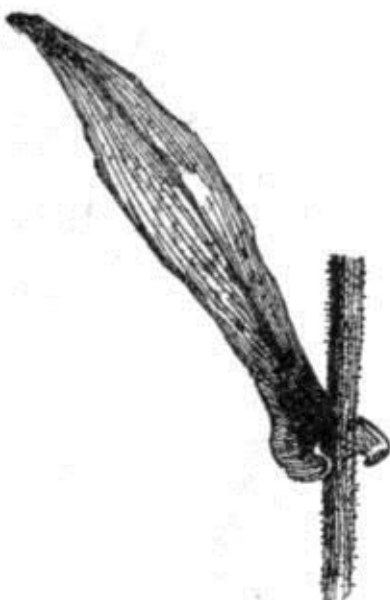


Рис. 99. Обхватывающий лист дикой астры.

Листочки могут иметь одну или все три части, но стебли листочков называются **черешками**, а прилистники листочков — **прилистниками**. Лист садовой фасоли имеет листочки, черешки и прилистники.

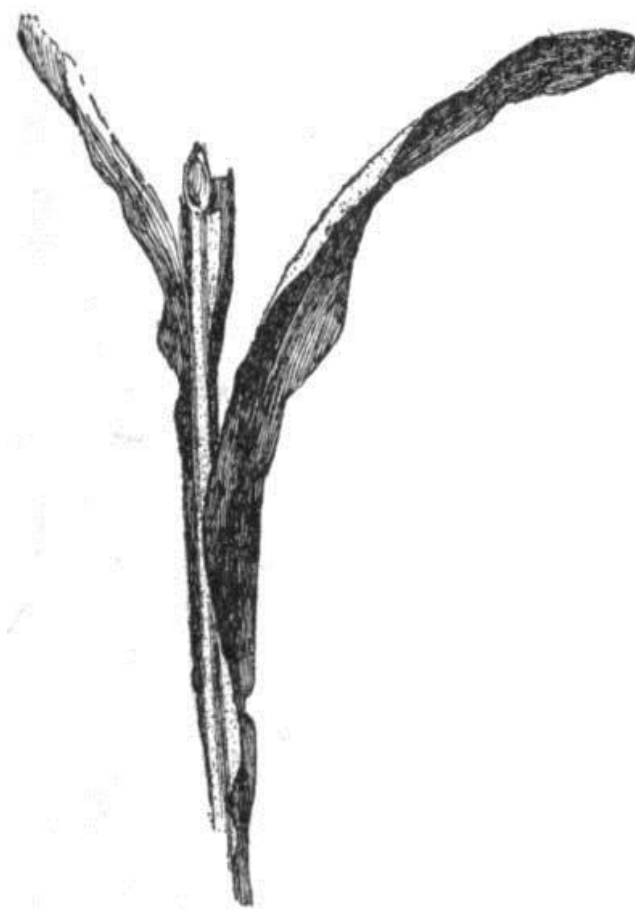


Рис. 100. — Нисходящие листья коровяка.

Листовая пластинка обычно прикрепляется к черешку *нижним краем*. У перистых листьев черешок как бы продолжается через лист в виде **средней жилки** ([рис. 91](#)). Однако у некоторых растений черешок соединяется с пластиной внутри или за краем ([рис. 92](#)). Такие листья называются **щитковидными** или щитовидными. Такой способ крепления особенно распространен у плавающих листьев (*например, у водяных лилий*). Щитовидные листья обычно имеют пальчатое жилкование.



Рис. 101. — Две пары сросшихся листьев жимолости.

Как определить лист. — Часто бывает трудно отличить сложные листья от листовых ветвей, а листочки от листьев. Как правило, листья можно отличить с помощью следующих тестов: (1) Листья — это *временные структуры*, которые рано или поздно опадают. (2) Обычно *почки расположены в их пазухах*. (3) Листья обычно *расположены на суставах или узлах*. (4) Они появляются на древесине *текущего года роста*. (5) Они имеют более или менее *четкое расположение*. Когда листья опадают, веточка, на которой они росли, остается; когда листочки опадают, основной черешок или стебель, на котором они росли, также опадает.



Рис. 102. Линейно-заостренный лист травы.



Рис. 103. — Короткие продолговатые листья самшита.

Формы. Листья и листочки имеют бесконечное разнообразие форм. Некоторым из наиболее четких или регулярных форм были даны названия. Эти названия являются частью языка ботаники. Названия представляют собой идеальные или типичные формы; нет двух одинаковых листьев, и очень немногие из них полностью соответствуют определениям. Формы сравниваются с формами знакомых предметов или геометрических фигур. Некоторые из наиболее распространенных форм приведены ниже (укажите оригинальные примеры в каждой категории):

 **линейные**, в несколько раз длиннее ширины, с почти или полностью параллельными сторонами. Примерами являются ели и большинство трав ([рис. 102](#)). У линейных листьев все жилки обычно параллельны средней жилке.

 **продолговатые**, в два-три раза длиннее ширины, с параллельными сторонами на большей части длины. На [рис. 103](#) показаны короткие продолговатые листья самшита, которое используется для постоянных бордюров в садах.

 **эллиптические листья** отличаются от продолговатых тем, что их стороны постепенно сужаются к обоим концам от середины. Европейский бук ([рис. 104](#)) имеет эллиптические листья. Это дерево часто сажают в нашей стране.)

 **ланцетные**, в четыре-шесть раз длиннее, чем шире, самые широкие ниже середины и сужаются к обоим концам. Примером могут служить некоторые виды узколистных ив. Многие ивы и персик имеют продолговато-ланцетные листья.

 **овальные** — узкие листья, наиболее широкие к верхушке. Верхушка обычно заостренная.

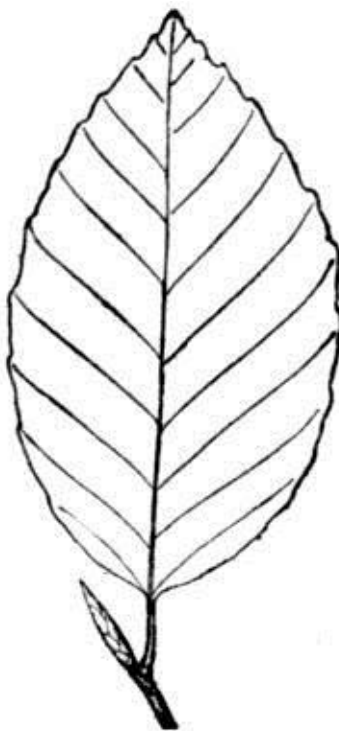


Рис. 104. — Эллиптический лист пурпурного бука.



Рис. 105. Яйцевидный зубчатый лист гибискуса.



Рис. 106. Лист яблони с пластиной, черешком и маленькими узкими прилистниками.



Ланцетный, по форме напоминающий продольный срез яйца: примерно в два раза ширины, сужающийся от основания к верхушке. Это одна из самых распространенных форм листьев ([рис. 105, 106](#)).



Яйцевидная, яйцевидная перевернутая — широкая часть к верхушке. Листья акации и листочки конского каштана и ложного индиго имеют обратнояйцевидную форму. Эта форма наиболее распространена у листочков пальчатых листьев: почему?



Почковидная, в форме почки. Эта форма иногда встречается у диких растений, особенно у корневых листьев. Листья дикого имбиря почти почковидные.



Круглая, с круглым общим очертанием. Очень немногие листья имеют идеально круглую форму, но есть много таких, которые ближе к круглой форме, чем к любой другой ([рис. 107](#)).

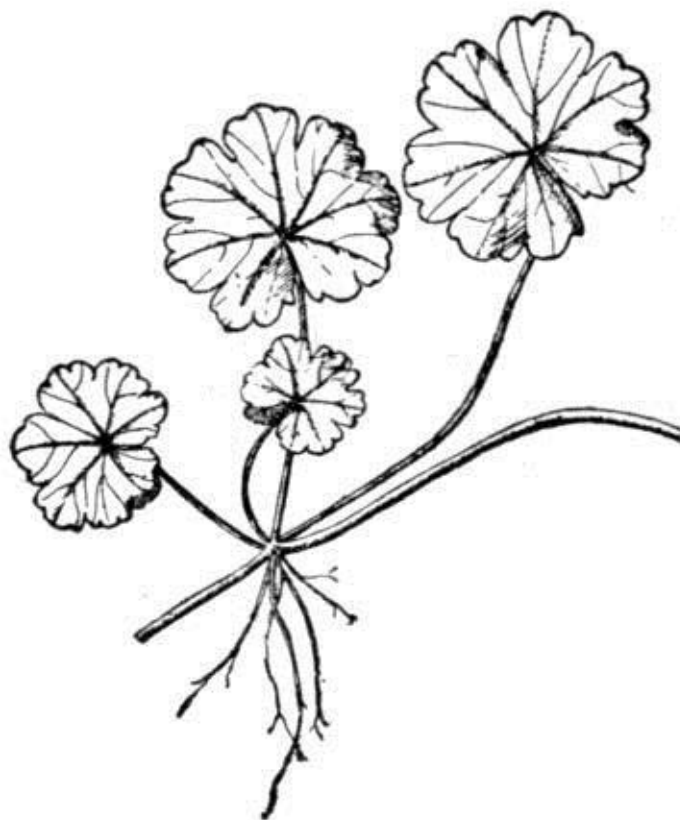


Рис. 107. — Круглые лопастные листья.

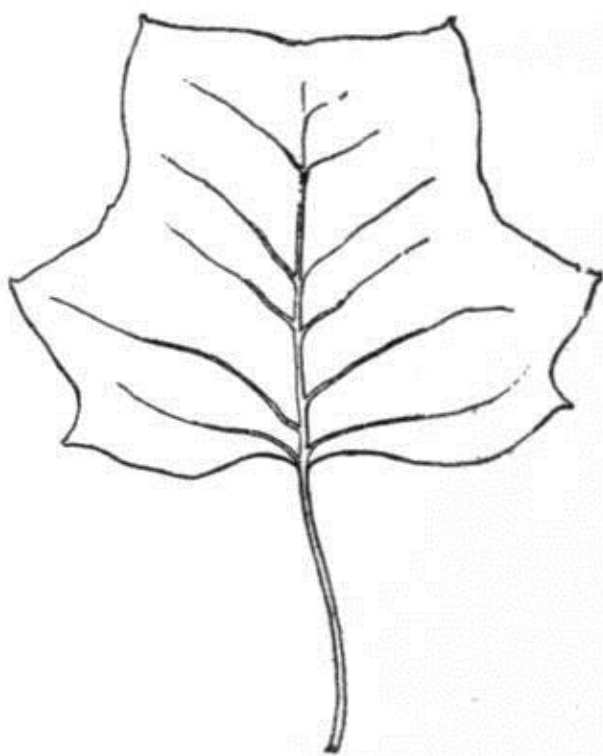


Рис. 108. — Усеченный лист тюльпанового дерева.

Форма многих листьев описывается комбинацией следующих терминов: **яйцевидно-ланцетная, ланцетно-продолговатая.**

Форма основания и вершины листа или листочка часто является характерной. Основание может быть **округлым** (рис. 104), **заостренным** (рис. 93), сердцевидным (рис. 105), усеченным или квадратным, как будто отрезанным. Вершина может быть **тупой** или **заостренной**, острой или остроконечной, **заостренной** или длинноконечной, **усеченной** (рис. 108). Приведите примеры названий.

Форма края также характерна для каждого вида листьев. Края **цельный**, когда он не имеет выемок или надрезов (рис. 99, 103). Если он не цельный (), то может быть волнистым (рис. 92), **пильчатым** или зубчатым (рис. 105), **зубчатым** или более грубо выемчатым (рис. 95), **гребенчатым** или с округлыми зубцами, **лопастным** и т. п. Приведите примеры.

Листья одного и того же растения часто сильно различаются по форме. Обратите внимание на разные формы листьев на молодых побегах шелковицы (рис. 2) и дикого винограда, а также на сильных лозах кабачка и тыквы. В некоторых случаях на одном растении могут быть как простые, так и сложные листья. Это хорошо видно на примере так называемого бостонского плюща или ампелопсиса (рис. 109), лозы, которую используют для покрытия кирпичных и каменных зданий. Различные степени сложения, даже на одном и том же листе, часто можно встретить у медовой акации и кентуккийского кофейного дерева. Заметные различия в формах можно увидеть, сравнивая семенные листья со зрелыми листьями любого растения (рис. 30).

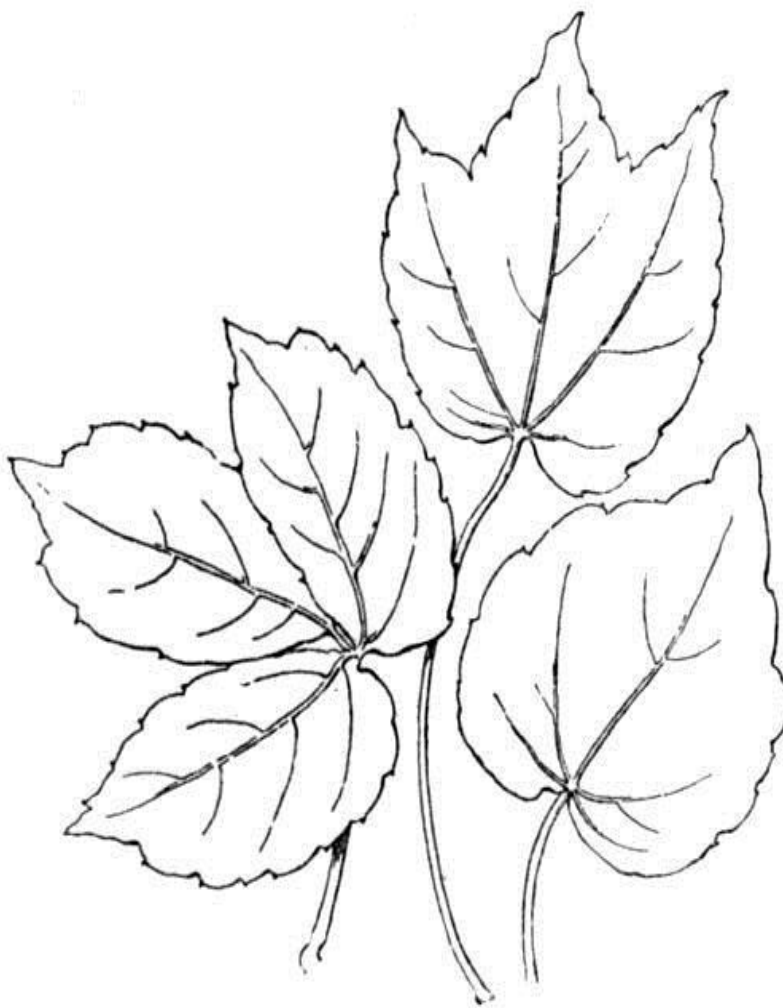


Рис. 109. — Различные формы листьев одного растения АМПЕЛОПСИСА.

Лист и его окружение. — Форма и очертания листа часто имеют прямое отношение к месту, где он растет. Плавающие листья обычно расширены и плоские, а длина черешка

варьируется в зависимости от глубины воды. *Погруженные в воду листья обычно линейные или нитевидные*, либо разделены на очень узкие части: таким образом, открывается большая поверхность, и, возможно, листья меньше повреждаются движущейся водой. Сравните размеры листьев на концах ветвей с размерами листьев у основания ветвей или во внутренней части кроны дерева. В густой листве черешки самых нижних листьев *имеют тенденцию удлиняться*, чтобы поднять лист к свету.

С приближением зимы лист обычно перестает функционировать и умирает. Он может опадать, и тогда его называют **листопадным**, или оставаться на растении, и тогда его называют **постоянным**. Если постоянные листья остаются зелеными в течение зимы, растение называют **вечнозеленым**. Приведите примеры для каждой категории. Большинство листьев опадают, отрываясь в нижней части черешка с *четким суставом или сочленением*. Однако есть много листьев, которые увядают и висят на растении, пока их не сорвет ветер; к ним относятся листья трав, осоки, лилий, орхидей и других растений однодольных. Большинство листьев такого типа имеют параллельные жилки.

Листья также умирают и опадают из-за недостатка света. Посмотрите на желтые и слабые листья в густой кроне дерева или в любой чаще. Почему нижние листья домашних растений умирают? Обратите внимание на ковер из иголок под соснами. Все вечнозеленые растения через некоторое время сбрасывают листья. Отсчитайте от верхушки побега сосны или ели, сколько лет сохраняются листья. На некоторых елях можно найти несколько листьев на ветвях, которым десять или более лет.

Расположение листьев. — Большинство листьев имеют регулярное *положение или расположение* на стебле. Это положение или направление в значительной степени определяется воздействием солнечного света. В умеренном климате они обычно висят таким образом, чтобы получать максимальное количество света. Один лист затеняет другой в наименьшей степени. Если растение было бы помещено в новое положение по отношению к свету, листья постарались бы повернуть свои пластинки.

Когда листья расположены супротивно, пары обычно чередуются. То есть, если одна пара расположена с севера на юг, следующая пара расположена с востока на запад. См. побег клёна ясенелистного, слева на [рис. 110](#). Одна пара не затеняет пару, расположенную ниже. Листья расположены в четыре вертикальных ряда.

Существует несколько видов чередующегося расположения. На побеге вяза на [рис. 110](#) третий почек находится вертикально над первым. Это верно независимо от того, какой почек взять за отправную точку. Обвяжите стебель нитью, пока два почки не соединятся. Вставьте булавку в каждый почек. Обратите внимание, что пропущено два почка (не считая последнего) и что нить делает один оборот вокруг стебля. Представляя количество почка знаменателем, а количество оборотов числителем, мы получаем дробь $\frac{1}{2}$, которая выражает часть круга, лежащую между любыми двумя почками. То есть почки находятся на расстоянии половины от 360 градусов, или 180 градусов. Если смотреть на стебель с торца, то видно, что листья расположены в 2 ряда. Обратите внимание, что на яблоневом побеге ([рис. 110](#), справа) нить делает два оборота и проходит пять почка: *две пятых представляют расстояние между почками*. Листья расположены в 5 рядов.

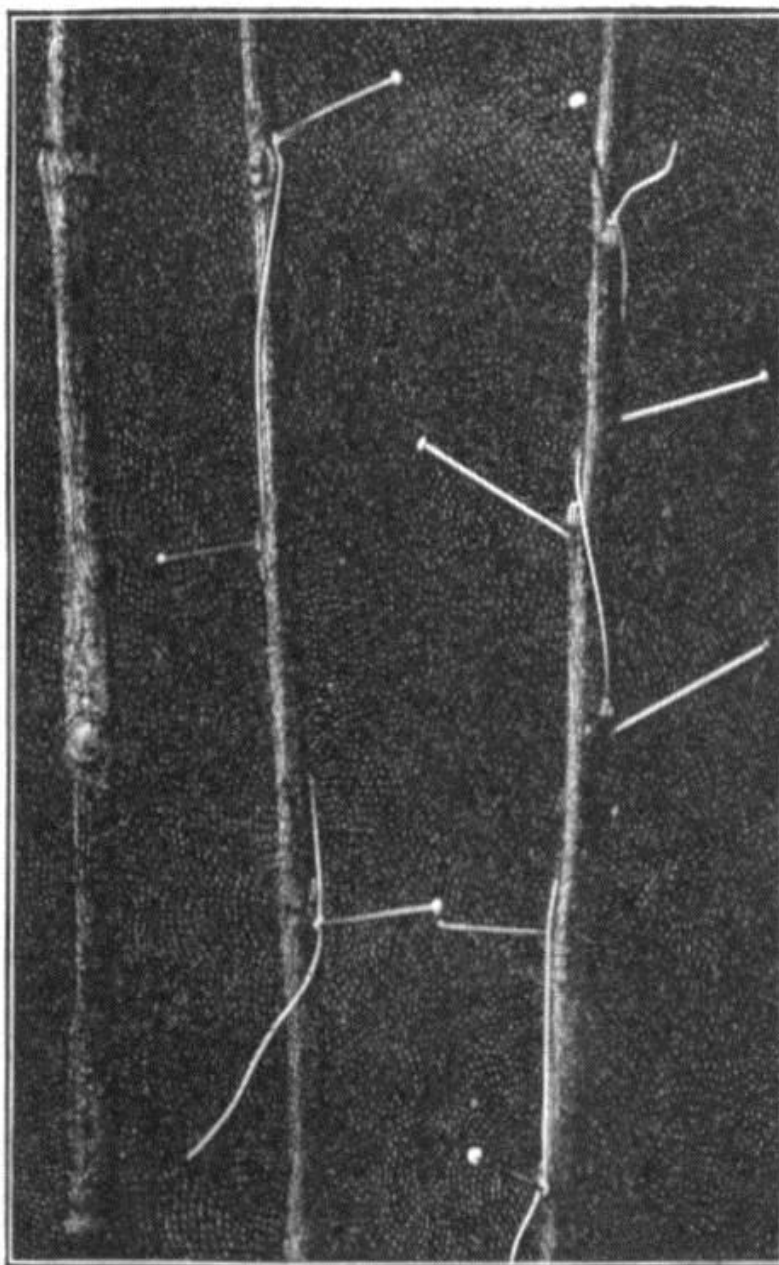


Рис. 110. — Филлотаксис клёна, вяза, яблони.

Каждое растение имеет свое собственное расположение листьев. Для противоположных листьев см. клен, ясень, ясень, сирень, жимолость, мята, фуксия. Для 2-рядного расположения см. все травы, индейскую кукурузу, липу, вяз. Для трехрядного расположения () см. все осоки. Для пятирядного расположения (которое является одним из самых распространенных) см. яблоню, вишню, грушу, персик, сливу, тополь, иву. Для восьмирядного расположения см. дуб, осаж, некоторые ивы. Более сложные расположения встречаются у лукович, лука-порей и других сгущенных частей. Почки или «глазки» на клубне картофеля, который является подземным стеблем (почему?), имеют спиральное расположение ([рис. 111](#)). Расположение листьев на стебле называется **филлотаксией** (буквально «расположение листьев»). Определите филлотаксию на шести разных растениях, растущих ближе всего к двери школы.

У некоторых растений несколько листьев расположены на одном уровне, образуя круг вокруг стебля. Такие листья называются **мутовчатыми** или **мутовчатыми**. Листья, расположенные таким образом, обычно узкие: почему?

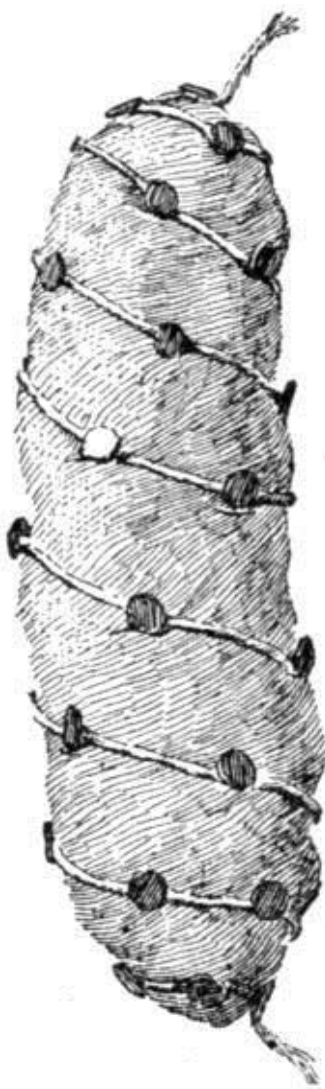


Рис. 111. Филлотаксис клубня картофеля. Проработайте это на свежем длинном клубне.

Хотя у большинства растений расположение листьев является определенным, *оно может изменяться*. На побегах, которые получают свет только с одной стороны или растут в сложных условиях, расположение может быть неопределенным. Изучите побеги, растущие на нижней стороне густых кронах деревьев или в других местах с частичным освещением.

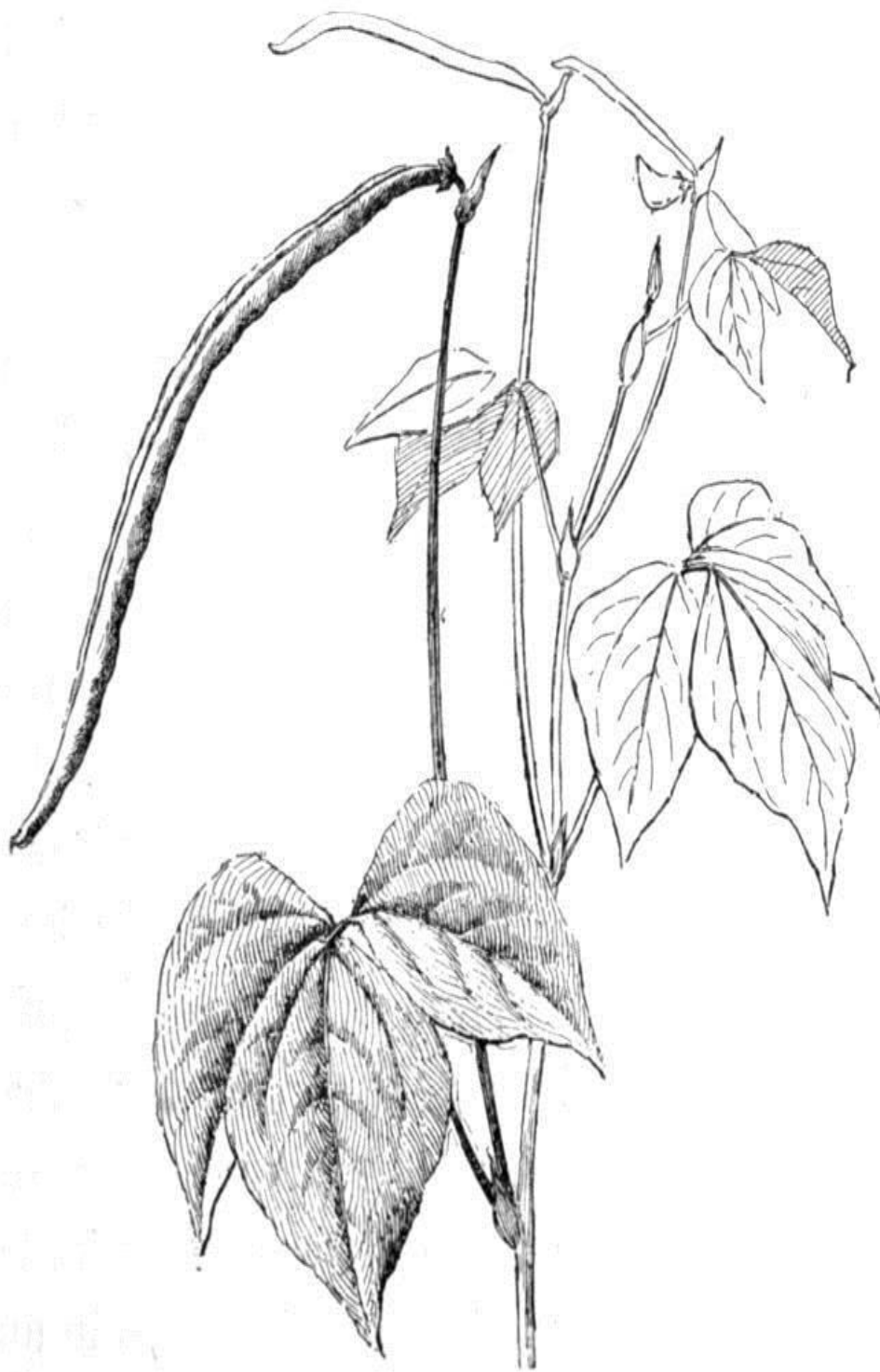


Рис. 112. — Коровья фасоль. Опишите листья. Для чего используется это растение?

Предложения. — **55.** Ученик должен сопоставить листья, чтобы определить, похожи ли два из них. Почему? Сравните листья одного и того же растения по размеру, форме, цвету, форме края, длине черешка, жилкованию, текстуре (по толщине или тонкости), степени зрелости, гладкости или волосатости. **56.** Пусть ученик возьмет по одному среднему листу с каждого из первых десяти различных видов растений, которые он встретит, и сравнит их по вышеуказанным признакам (в [упражнении 55](#)), а также назовет их формы. Определите, чем различные листья похожи и чем отличаются. **57.** Опишите прилистники розы, яблони, инжира, ивы, фиалки, гороха или других растений. **58.** В какой части мира более распространены листья с параллельным жилкованием? **59.** Знаете ли вы листья с параллельным жилкованием, которые имеют лопастные или зубчатые края ()? **60.** Что происходит с мертвыми листьями? **61.** Почему под соснами и елями нет травы или другого подлеска? **62.** Назовите несколько листьев, которые полезны для украшения. Почему они полезны? **63.**

Какие деревья в вашем районе наиболее ценятся как тенистые? Каковы особенности их листы? **64.** Почему междоузлия у водяных побегов и отпрысков такие длинные? **65.** Как отличается характер листьев кукурузы или сорго, когда растения выращиваются рядами или разбросаны? Почему? **66.** Почему удаление половины растений может увеличить урожай хлопка, сахарной свеклы или салата? **67.** Как листья скручиваются, когда они увядают? Разные листья ведут себя по-разному в этом отношении? **68.** Какие виды листьев, насколько вам известно, поедают насекомые? Скот? Лошади? Какие виды используются в пищу людям? **69.** Как бы вы описали форму листа персика? яблока? вяза? ясеня? клена? сладкого каучука? кукурузы? пшеницы? хлопка? гикори? коровий горох? клубники? хризантемы? розы? гвоздики? **70.** Есть ли среди вышеперечисленных листьев сложные? Как бы вы описали форму сложного листа? **71.** Сколько размеров листьев вы видите на кусте или дереве, растущем ближе всего к двери класса? **72.** Сколько цветов или оттенков? **73.** Сколько длины черешков? **74.** Принесите все формы листьев, которые сможете найти.

ГЛАВА XII

ЛИСТЬЯ — СТРУКТУРА ИЛИ АНАТОМИЯ

Помимо **каркаса**, или системы жилок, присутствующей в пластинах всех листьев, существует мягкая клеточная ткань, называемая **мезофиллом**, или **паренхимой листа**, и **эпидермис**, или кожа, покрывающая всю внешнюю часть.

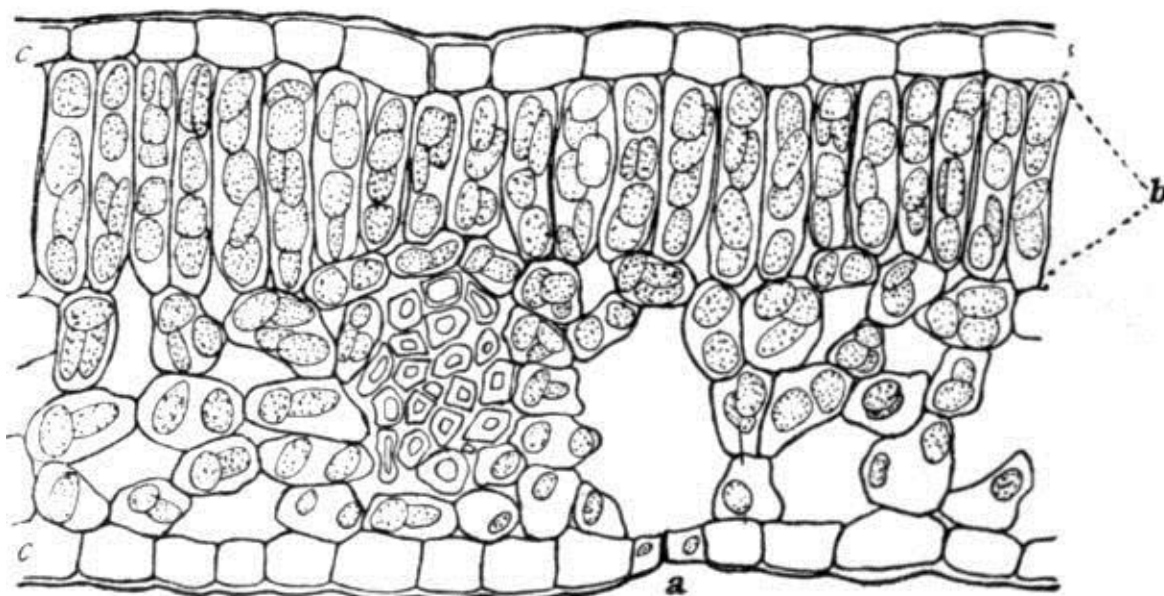


Рис. 113. — Срез листа, показывающий воздушные пространства.

Дыхательные поры или устьица — *a*. Палисадные клетки, которые в основном содержат хлорофилл, — *b*. Эпидермальные клетки — *c*.

Мезофилл. Мезофилл не является однородным. Верхний слой состоит из удлинённых клеток, расположенных перпендикулярно поверхности листа. Они называются **палисадными клетками**. Эти клетки обычно заполнены зелеными тельцами, называемыми **хлорофилловыми зёрнами**. Зерно содержит большое количество капель хлорофилла, встроенных в протоплазму. Под палисадными клетками находится губчатая **паренхима**, состоящая из клеток более или менее сферической формы, расположенных нерегулярно и снабженных множеством межклеточных воздушных полостей ([рис. 113](#)). В листьях некоторых растений, подвергающихся воздействию сильного света, может быть более одного слоя палисадных клеток, как, например, у каучукового дерева и олеандра. Плющ, выращиваемый при ярком свете, развивает два таких слоя клеток, но в затененных местах может быть обнаружен только один. Такие растения, как **ирис** и компасная трава, у которых обе поверхности листа одинаково подвержены воздействию солнечного света, обычно имеют палисадный слой под каждым эпидермисом.

Эпидермис. — Внешние или эпидермальные клетки листьев не содержат хлорофилла, но обычно настолько прозрачны, что через них можно увидеть зеленый мезофилл. Они часто становятся очень толстостенными и у большинства растений лишены всего протоплазма, за исключением тонкого слоя, выстилающего стенки, а полости заполнены клеточным соком. Этот сок иногда окрашен, как в нижнем эпидермисе листьев бегонии. Редко встречается более одного слоя эпидермальных клеток, образующих каждую поверхность листа. Эпидермис служит для удержания влаги в листе и в качестве общей защитной оболочки. У

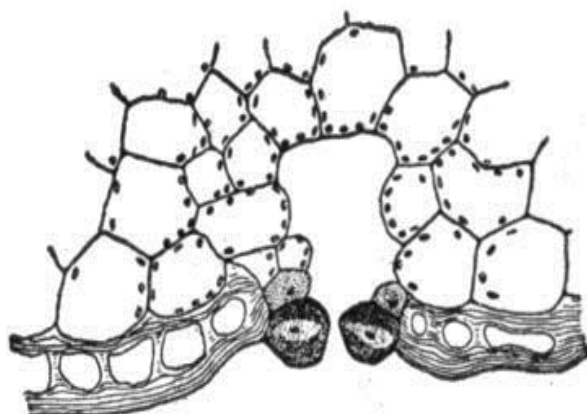
пустынных растений эпидермис, как правило, очень толстый и имеет плотную кутикулу, что предотвращает потерю воды.

Существуют различные *выросты эпидермиса*. **Волоски** являются основными из них. Они могут быть (1) **простыми**, как у примулы, герани, негелии; (2) **однократно разветвленными**, как у стеноцвета; (3) **сложными**, как у вербаскума или коровяка (); (4) **дисковидными**, как у пастушьей сумки; (5) звездчатыми, как у некоторых крестоцветных. В некоторых случаях волоски являются **железистыми**, как у китайской примулы из теплиц (*Primula Sinensis*) и некоторых волосков цветов тыквы. Волоски часто защищают дыхательные поры, или устьица, от пыли и воды.

Устьица (иногда называемые **дыхательными порами**) — это небольшие отверстия или *поры* в эпидермисе листьев и мягких стеблей, которые пропускают воздух и другие газы и пары (*устьице* или *устьица*, единственное число; *устьица* или *устьица*, множественное число). Они *расположены рядом с большими межклеточными пространствами* мезофилла, обычно в местах, наименее подверженных воздействию прямого солнечного света . На [рис. 114](#) показана их структура. У входа в каждую устьицу находятся две **охранные клетки**, которые в большинстве случаев могут открывать или закрывать проход в зависимости от условий атмосферы. Охранные клетки содержат хлорофилл. На [рис. 115](#) показан случай, когда имеются сложные охранные клетки, как у плюща. На краях некоторых листьев, например у фуксии, импатиенса, капусты, имеются отверстия, известные как **водные поры**.



Рис. 114. — СХЕМА УСТЬИЦА ИРИСА (О



ощие сложные охранные клетки.

Устьица очень многочисленны, что видно из цифр, показывающих количество пор на каждый квадратный дюйм поверхности листа:

	Нижняя поверхность	Верхняя поверхность
Пион	13 790	Нет
Пальма	63 600	Нет
Сирень	160 000	Нет
Омела	200	200
Традесканция	2	2 000
Садовый флаг (ирис)	11 572	11 572

Расположение устьиц на листе *различается у разных видов растений*. [На рис. 116](#) показаны устьица, а также контуры смежных клеток эпидермиса.

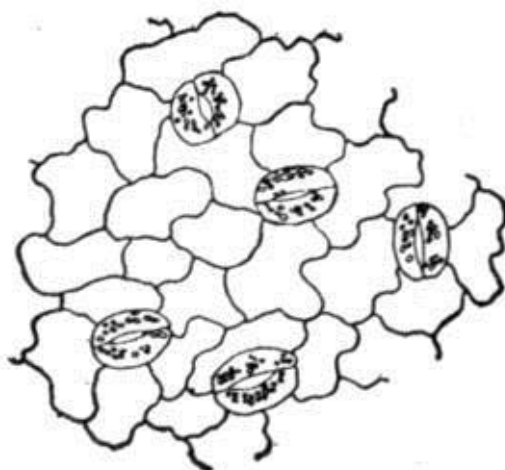


Рис. 116. Устьица листа герани.

Функция или работа устьиц заключается в *регулировании прохождения газов* в растение и из него. Непосредственно активными органами или частями являются охраняющие клетки, расположенные по обе стороны от отверстия. Один из способов открытия заключается в следующем: более толстые стенки охраняющих клеток ([рис. 114](#)) поглощают воду из соседних клеток, эти толстые стенки изгибаются или сгибаются и отделяются друг от друга в середине по обе стороны от отверстия, в результате чего устьице открывается, и воздух может поступать внутрь, а газы из листьев могут выходить наружу. Когда влажность в ткани листа снижается, охраняющие клетки отделяются от части своего содержимого, толстые стенки выпрямляются, а поверхности двух противоположных стенок сближаются, закрывая устьица и предотвращая выход водяного пара. *Когда лист активно работает, производя новые органические соединения, устьица обычно открыты; когда возникают неблагоприятные условия, они обычно закрываются.* Они также обычно закрываются ночью, когда рост (или использование новых материалов) наиболее вероятно будет активным. Иногда безопаснее дезинфицировать теплицы и огороды у окон ночью, так как вредные пары с меньшей вероятностью проникнут в листья. Пыль может забивать или покрывать устьица. Дожди приносят пользу растениям, омывая листья, а также обеспечивая влажность корней.

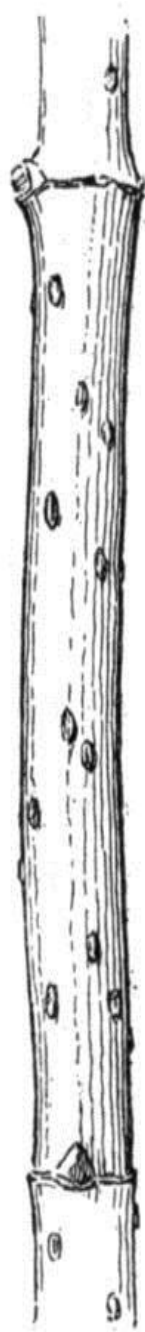


Рис. 117. Лентикулы на молодом побеге красной ивы (Cornus).

Чечевички. На молодых древесных ветках многих растений (отмеченных на иве, вишне, березе) имеются небольшие пробковые пятна или возвышения, известные как **чечевички** ([рис. 117](#)). Они обозначают местоположение некоторых рыхлых пробковых клеток, которые функционируют как устьица, поскольку *зеленые побеги*, как и листья, поглощают и выделяют газы; то есть мягкие зеленые ветки *функционируют как листья*. Под некоторыми из этих устьиц веток может образовываться пробковый материал, и отверстие разрывается и увеличивается: *чечевички являются приемниками устьиц*. Устьица находятся в эпидермисе (), но по мере старения веточки эпидермис погибает, и кора становится внешним слоем. Газы продолжают проникать внутрь и выходить наружу через чечевички, пока ветка не становится густо покрытой толстой пробковой корой. С ростом веточки рубцы чечевичек

увеличиваются в длину или поперек или принимают другие формы, часто становясь характерными отметинами.

Фибро-сосудистые пучки. — Мы изучили фибро-сосудистые пучки стеблей ([гл. X](#)). Эти пучки стеблей *продолжаются в листьях, разветвляясь в жилки*, перенося почвенную воду внутрь и вынося, путем диффузии, переработанную пищу через ситовидные клетки. Разрежьте черешок и обратите внимание на твердые пятна или участки в нем; снимите эти части с черешка по длине: что это такое?

Опадение листьев. — У большинства распространенных листовых растений, когда сезонная работа листа заканчивается, питательные вещества могут быть извлечены, и *на поверхности стебля, где прикреплен лист, образуется слой пробковых клеток. Лист вскоре опадает*. Часто он опадает еще до того, как погибает от мороза. Листья листовых растений начинают показывать линию сочленения в начале вегетационного периода. Это сочленение можно наблюдать в любое время лета. Область веточки, когда-то покрытая черешками, после опадения листьев называется **рубцом листа**. В [главе XV](#) показано несколько рубцов листьев. У платана (сикамора или кнопочатая платана) листовый рубец имеет форму кольца, окружающего почку, поскольку почка покрыта углубленным концом черешка; лист сумаха имеет аналогичную форму. Изучите с помощью лупы листовые рубцы нескольких древесных растений. Обратите внимание на количество пучков рубцов в каждом листовом рубце. Можно сделать срезы через листовый рубец и изучить их под микроскопом. Обратите внимание на характер клеток, покрывающих поверхность листового рубца.

Предложения. — Для изучения эпидермальных волосков: **75.** Для этого исследования используйте листья любого волосатого или шерстистого растения. Хорошая лупа позволит распознать многие из более грубых волосков. С помощью препарирующего микроскопа их будет видно еще лучше. Для изучения клеточной структуры необходим сложный микроскоп. Можно сделать поперечные срезы, чтобы волоски оказались на краю срезов; в некоторых случаях волоски можно соскоблить или содрать с эпидермиса и поместить в воду на предметном стекле. Сделайте наброски различных видов волосков. **76.** Для ученика полезно описать листья с точки зрения их покрытия: гладкие ли они с обеих сторон? Или волосатые? Шерстистые? Густо или редко? Волоски длинные или короткие? Стоят прямо или прилегают к поверхности листа? Простые или разветвленные? Прикреплены к жилкам или к плоской поверхности? Цвет? Больше на молодых листьях или на старых? **77.** Поместите волосатый или шерстистый лист под воду. Выглядит ли волосатая поверхность серебристой? Почему? **Другие вопросы:** **78.** Почему полезно мыть листья комнатных растений? **79.** Опишите рубцы на листьях шести видов растений: размер, форму, цвет, положение по отношению к почке, рубцы пучков. **80.** Находите ли вы рубцы на листьях однодольных растений — кукурузы, зерновых культур, лилий, канны, банана, пальмы, бамбука, зеленого шиповника? **81.** Обратите внимание на таблицу на [стр. 88](#). Можете ли вы предложить причину, по которой на обеих поверхностях листьев традесканции и флага имеется одинаковое количество устьиц, а на верхней поверхности других листьев их нет? Предположим, вы берете лист сирени (или какой-нибудь другой большой лист), запечатываете черешок воском, а затем натираете нижнюю поверхность вазелином; на другой лист наносите вазелин на верхнюю поверхность; какой лист завянет первым и почему? Проведите аналогичный эксперимент с ирисом или синим флагом. **82.** Почему листья и побеги комнатных растений поворачиваются к свету? Что происходит, когда растения поворачивают? **83.** Обратите внимание на положение листьев фасоли, клевера, щавеля, люцерны, робинии в ночное время.

ГЛАВА XIII

ЛИСТЬЯ — ФУНКЦИЯ ИЛИ РАБОТА

Мы уже обсудили (в [главе VIII](#)) работу или функцию корней, а также (в [главе X](#)) функцию стеблей. Теперь мы готовы завершить обзор основных жизненных функций растений, рассмотрев функцию зеленых частей (листьев и молодых побегов).

Источники питания. Обычное зеленое растение имеет только *два источника питания — воздух и почву*. Когда растение полностью высушивается в печи, вода испаряется; *эта вода поступает из почвы*. Оставшаяся часть называется **сухой субстанцией или сухим веществом**. Если сухое вещество сжигается в обычном огне, остается только **пепел**; *этот пепел поступает из почвы*. Часть, которая вышла в виде газа при сжигании, *содержала элементы, поступившие из воздуха*; она также содержала некоторые элементы, поступившие из почвы — все те (азот, водород, хлор), которые превращаются в газы под воздействием тепла обычного огня. Часть, которая происходит из почвы (зола), невелика по количеству, составляя значительно менее 10 процентов, а иногда и менее 1 процента. *Вода является наиболее распространенным компонентом или веществом растений*. В растении кукурузы на стадии созревания початков около 80 процентов вещества составляет вода. Свежая репа содержит более 90 процентов воды. Свежая древесина яблони содержит около 45 процентов воды.

Углерод. *Углерод в большом количестве входит в состав всех растений*. Обратите внимание на то, что происходит, когда растение сжигается без свободного доступа воздуха или задыхается, как в угольной яме. *Остается масса угля, почти такая же большая, как тело растения*. Уголь — это почти чистый углерод, а зола составляет настолько небольшую долю по сравнению с большим количеством углерода, что мы рассматриваем золу как примесь. Почти половина сухого вещества дерева — это углерод. Углерод выделяется *в виде газа*, когда растение *сжигается на воздухе*. Он выделяется не сам по себе, а в сочетании с кислородом в виде *углекислого газа, CO_2* .

Зеленые растения получают углерод из воздуха. Другими словами, большая часть *твердой массы* растения происходит из *одного из газов воздуха*. По объему *углекислый газ составляет лишь очень небольшую долю — 1 % воздуха*. Однако для животного мира было бы очень губительно, если бы этот процент значительно увеличился, поскольку он вытесняет жизненно важный кислород. Углекислый газ часто называют «грязным газом». Он может накапливаться в старых колодцах, и опытный человек не спустится в такие колодцы, пока они не будут проверены с помощью факела. Если воздух в колодце не поддерживает горение, то есть если факел гаснет, это обычно означает, что в колодец попал углекислый газ. Воздух в закрытом школьном классе часто содержит слишком много этого газа, а также мелкие твердые частицы отходов. Углекислый газ часто называют газом углекислоты.

Поглощение углерода. *Углекислый газ из воздуха легко проникает в листья и другие зеленые части растения*. Листья имеют нежную текстуру, и когда они очень молодые, воздух может проникать непосредственно в ткани. Однако устьица являются специальными входными отверстиями, приспособленными для поступления газов в листья и другие зеленые части растения. Через эти устьица, или диффузионные поры, наружный воздух поступает в воздушные пространства растения и в конечном итоге поглощается маленькими клетками, содержащими живую материю.

Хлорофилл («листовая зелень») — это вещество, которое обеспечивает энергию, с помощью которой углекислый газ используется. Это вещество содержится в клетках

листьев в виде зерен ([с. 86](#)); сами зерна представляют собой протоплазму, а хлорофилл — это только красящее вещество. *Хлорофилловые тельца или зерна часто наиболее многочисленны вблизи верхней поверхности листа, где они могут получить наибольшее количество света.* Без этого зеленого красящего вещества не было бы смысла в больших плоских поверхностях листьев и не было бы причины тому, что листья в наибольшем количестве растут на концах ветвей, где больше всего света. Растения с цветными листьями, такие как колеус, содержат хлорофилл, но он маскируется другими красящими веществами. Эти другие красящие вещества обычно растворимы в горячей воде: кипятите лист колеуса и заметьте, что он становится зеленым, а вода окрашивается.

Растения, выращенные в темноте, желтые и тонкие, и не достигают зрелости. Сравните ростки картофеля, выросшие из клубня, лежавшего в темном погребе, с теми, которые выросли нормально при ярком свете. Ростки стали тонкими и лишенными хлорофилла; и когда запас питательных веществ, хранящихся в клубне, иссякнет, эти ростки проживут бесполезную жизнь. Растение, выращенное в темноте из семени, скоро умрет, хотя в течение некоторого времени маленький росток будет расти очень высоким и тонким: почему? *Свет способствует производству хлорофилла, а хлорофилл является агентом в образовании органических углеродных соединений.* Иногда хлорофилл встречается в почках и семенах, но в большинстве случаев эти места не являются полностью темными. Обратите внимание, как клубни картофеля вырабатывают хлорофилл или становятся зелеными под воздействием света.

Фотосинтез. *Углекислый газ диффундирует в лист; под воздействием солнечного света он используется, и выделяется кислород.* Как углекислый газ, поглощенный таким образом, может быть использован для производства органических продуктов питания (), является сложным вопросом, который не нужно изучать здесь; но можно сказать, что углекислый газ и вода являются его составляющими. Сложные соединения строятся из более простых.

Хлорофилл поглощает определенные лучи света, и энергия, полученная таким образом прямо или косвенно, используется живой материей для объединения углекислого газа, поглощенного из воздуха, с частью воды, поступающей из корней. Конечным результатом обычно является крахмал. Этот процесс неясен, но сахар, как правило, является одним из этапов; и наше первое определенное знание о продукте начинается, когда крахмал откладывается в листьях. Процесс использования углекислого газа из воздуха известен как ассимиляция углерода, но в настоящее время наиболее часто используется термин «**фотосинтез**» (от двух греческих слов, означающих «свет» и «соединять»).

Крахмал и сахар. — *Весь крахмал состоит из углерода, водорода и кислорода ($C_6H_{10}O_5$)*. Сахара и вещество клеточных стенок очень похожи на него по составу. Все эти вещества называются **углеводами**. При производстве фруктового сахара из углерода и кислорода углекислого газа и из водорода и кислорода воды образуется избыток кислорода ($6 \text{ частей } CO_2 + 6 \text{ частей } H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$). Именно этот кислород выделяется в воздух под воздействием солнечного света.

Пищеварение. — *Крахмал находится в виде нерастворимых гранул. Когда такой пищевой материал переносится из одной части растения в другую для целей роста или хранения, он становится растворимым, прежде чем может быть транспортирован.* Когда этот крахмалистый материал переносится из одного места в другое, он обычно превращается в сахар под действием диастазы. Это процесс **пищеварения**. Он очень похож на превращение крахмалистых продуктов в сахаристые под действием слюны.

Распределение переваренной пищи. — После преобразования в растворимую форму этот материал готов к использованию для роста, будь то в листьях, стебле или корнях. Вместе с другими более сложными продуктами он затем *распределяется по всем растущим частям растения*; и при прохождении вниз к корню он, по-видимому, легче проходит через

внутреннюю кору у растений, имеющих четкую кору. Эта постепенная диффузия вниз через внутреннюю кору веществ, пригодных для роста, и есть тот процесс, о котором говорят, когда упоминают «спуск сока». Крахмал и другие продукты часто *накапливаются в течение одного вегетационного периода для использования в следующем сезоне*. Если дерево сдавлено или задушено проволокой вокруг ствола ([рис. 118](#)), переработанная пища не может легко пройти вниз и накапливается выше пояса, вызывая его увеличение.

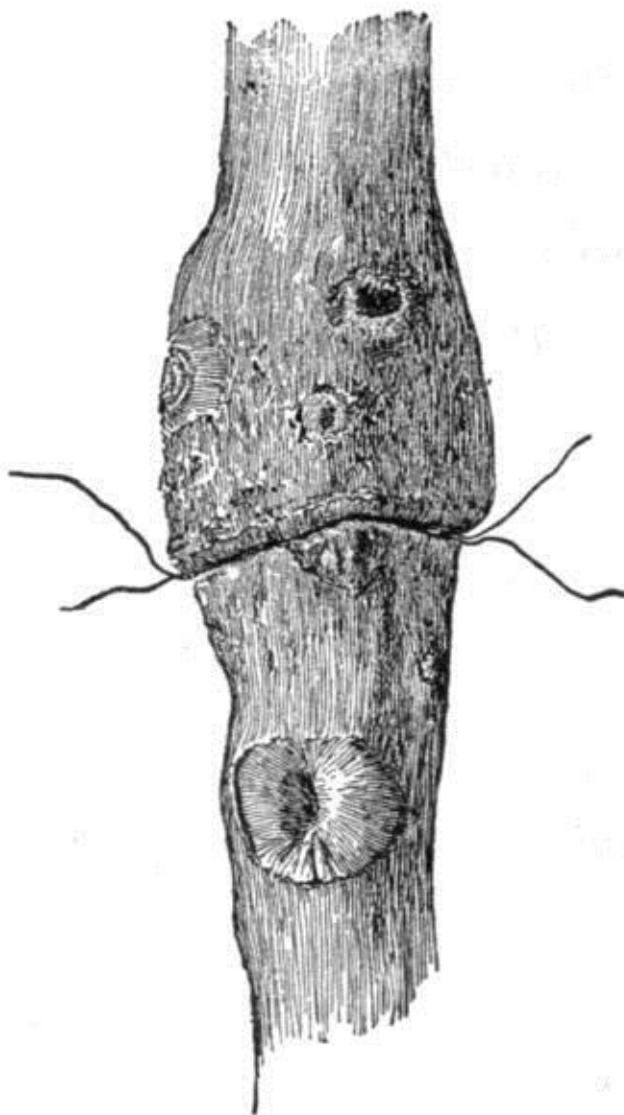


Рис. 118. — Ствол, обвязанный проволокой. См. [рис. 85](#).

Ассимиляция. — *Пища из воздуха и из почвы объединяется в живых тканях. «Сок», который поднимается вверх от корней в вегетационный период, в основном состоит из почвенной воды и солей, которые были поглощены в разбавленных растворах (с. [67](#)). Эта поднимающаяся вверх вода в основном проводится через определенные трубчатые каналы молодой древесины. Эти клетки никогда не являются непрерывными трубками от корня до листа, но вода легко проходит от одной клетки или канала к другому в своем восходящем движении.*

Вода, движущаяся вверх, постепенно поступает в растущие части, и везде в живых тканях она, конечно же, находится в тесном контакте с растворимыми углеводами и продуктами фотосинтеза. Таким образом, она доступна для процессов построения, реконструкции и других процессов. Мы можем правильно представить себе, что некоторые из более простых

органических молекул проходят через ряд изменений, постепенно увеличиваясь в сложности. Будут образовываться вещества, содержащие азот в дополнение к углероду, водороду и кислороду. Другие будут содержать также серу и фосфор, и различные процессы можно рассматривать как кульминацию в **протоплазме**. *Протоплазма — это живая материя в растениях.* Она находится в клетках и обычно является полужидкой. Крахмал не является живой материей. Сложный процесс построения протоплазмы называется **ассимиляцией**.

Дыхание. *Растения, как и животные, нуждаются в кислороде для дыхания.* Мы уже видели, что растениям нужен углекислый газ из воздуха. Для большинства растений азот из воздуха является инертным, а углекислый газ () служит только для разбавления других элементов, но *кислород необходим для всей жизни.* Мы знаем, что все животные нуждаются в этом кислороде, чтобы дышать или дышать. Фактически, они привыкли к нему в тех пропорциях, в которых он содержится в воздухе; и сейчас это для них лучше всего. Когда животные дышат воздухом один раз, они загрязняют его, потому что используют часть кислорода и выделяют углекислый газ. Точно так же *все живые части растения должны иметь постоянную подачу кислорода.* Корни также нуждаются в нем, потому что они дышат. Воздух поступает в почву и выходит из нее путем диффузии, а также в результате нагревания и охлаждения почвы, что приводит к расширению и сжатию воздуха.

Кислород проникает в воздушные пространства и поглощается влажными клеточными мембранами. В живых клетках он делает возможным образование более простых соединений, благодаря которым высвобождается энергия. Эта энергия позволяет растению работать и расти (), а конечными продуктами этого действия являются *углекислый газ и вода*. В результате использования этого кислорода днем и ночью растения выделяют углекислый газ. *Растения дышат, но, поскольку они неподвижны и более или менее неактивны, им не нужно столько кислорода, как животным, и они не выделяют столько углекислого газа.* Несколько растений в спальне не должны беспокоить больше, чем семья мышей. Однако следует отметить, что прорастающие семена дышат интенсивно, поэтому потребляют много кислорода; открывающиеся почки и цветы также активны.

Транспирация. Корни поглощают гораздо больше воды, чем используется для роста, и *этот избыток воды поступает из листьев в атмосферу в процессе испарения, известном как транспирация.* Транспирация происходит в большей степени с нижней поверхности листьев и через поры или устьица. Подсолнух высотой с человека в период активного роста выделяет литр воды в день. Большой дуб может испарять 150 галлонов в день в течение лета. По оценкам, на каждую унцию произведенного сухого вещества через растение обычно проходит от 15 до 25 фунтов воды.

Когда корни не могут обеспечить растению достаточное количество воды, чтобы компенсировать транспирацию листьев, растение вянет. Транспирация из листьев и нежных побегов усиливается при всех условиях, которые увеличивают испарение, таких как высокая температура, сухой воздух или ветер. Устьица открываются и закрываются, регулируя транспирацию, поскольку изменяющиеся условия атмосферы влияют на содержание влаги в растении. Однако в периоды засухи или очень жаркой погоды, и особенно во время горячего ветра, закрытие этих устьиц не может в достаточной степени предотвратить испарение. Корни могут быть очень активными, но все же не в состоянии поглотить достаточное количество влаги, чтобы компенсировать транспирацию листьев. Растение демонстрирует этот эффект (как?). В жаркий сухой день обратите внимание, как листья кукурузы «сворачиваются» к полудню. Обратите внимание, насколько свежими и энергичными выглядят те же листья ранним утром следующего дня. Любое повреждение корней, такое как ушиб, или воздействие жары, засухи или холода может привести к увяданию растения.

Вода поднимается под **давлением корней** или **сока**. ([Упражнение 99](#).) Часть росы на траве утром может быть водой, поднятой корнями; часть — конденсированным паром из воздуха.

Увядание растения происходит из-за потери воды из клеток. Клеточные стенки мягкие и разрушаются. Игрушечный шарик не будет стоять самостоятельно, пока его не наполнят воздухом или жидкостью. В древесных частях растения клеточные стенки могут быть достаточно жесткими, чтобы поддерживать себя, даже если клетка пуста. Измерьте сокращение, вызванное увяданием и высыханием, обведя свежий лист на странице тетради, а затем обведя тот же лист после того, как он был высушен между листами бумаги. Чем мягче лист, тем больше будет сокращение.

Хранение. Мы уже говорили, что крахмал может храниться в веточках для использования в следующем году. Очень ранние цветы на фруктовых деревьях, особенно те, которые появляются до листьев, и те, которые появляются из луковиц, такие как крокусы и тюльпаны, поддерживаются крахмалом или другими питательными веществами, которые были накоплены в предыдущем году. Некоторые растения имеют особые резервуары для хранения, как, например, картофель, в данном случае в виде утолщенного стебля, хотя он растет под землей. (Почему утолщенный стебель? См. [стр. 84](#).) Хорошо проводить тест на крахмал на зимних веточках и на всех видах утолщенных частей, таких как клубни и луковицы.

Плотоядные растения. Некоторые растения ловят насекомых и других очень мелких животных и в некоторой степени используют их в пищу. К ним относятся росянка, у которой на листьях имеются липкие волоски, которые закрываются над насекомым; венерина мухоловка южных штатов, у которой половинки листьев закрываются над добычей, как челюсти стальной ловушки; и различные виды кувшинок, которые собирают насекомых и другие органические вещества в глубоких, наполненных водой, похожих на колбы листовых мешках ([рис. 119](#)).

Росянка и венерина мухоловка чувствительны к прикосновениям. Другие растения чувствительны к прикосновениям, не будучи насекомоядными. Примером может служить широко культивируемое растение сенситиф. Оно легко выращивается из семян (продаются семеноводческими компаниями) в теплом месте. Родственные дикие растения на юге также чувствительны. Полезность этой чувствительности не понятна.



Рис. 119. — Обычная кувшинковидная РАСТЕНИЕ (*Sarracenia purpurea*) севера, с трубчатыми листьями и странными длинностебельными цветами.

Части, имитирующие листья. Мы узнали, что листья бесконечно видоизменяются, чтобы приспособиться к условиям, в которых находится растение. Наиболее заметные изменения связаны с приспособлением к свету. С другой стороны, *другие органы часто выполняют функции листьев*. Зеленые побеги функционируют как листья. Эти побеги могут выглядеть как листья, и в этом случае их называют **кладофиллами**. Листья обыкновенной спаржи состоит из тонких веток: настоящие морфологические листья — это крошечные сухие нефункциональные чешуйки у основания этих веточек. (По какой причине их называют листьями?) Широкие «листья» флористического смилакса — это кладофиллы: где же листья на этом растении? У большинства кактусов все тело растения выполняет функции листьев, пока его части не становятся пробковыми.

Листья иногда видоизменяются, чтобы выполнять другие функции, помимо жизненно важных процессов: они могут быть усиками, как концевые листочки гороха и сладкого горошка, или шипами, как у барбариса. Однако не все шипы и колючки представляют собой видоизмененные листья: некоторые из них (как у боярышника, оранжевого осина, медовой акации) являются ветвями.



Рис. 120. — ИСКЛЮЧЕНИЕ СВЕТА И CO_2 ИЗ ЧАСТИ ЛИСТА

Рис. 121. — РЕЗУЛЬТАТ.

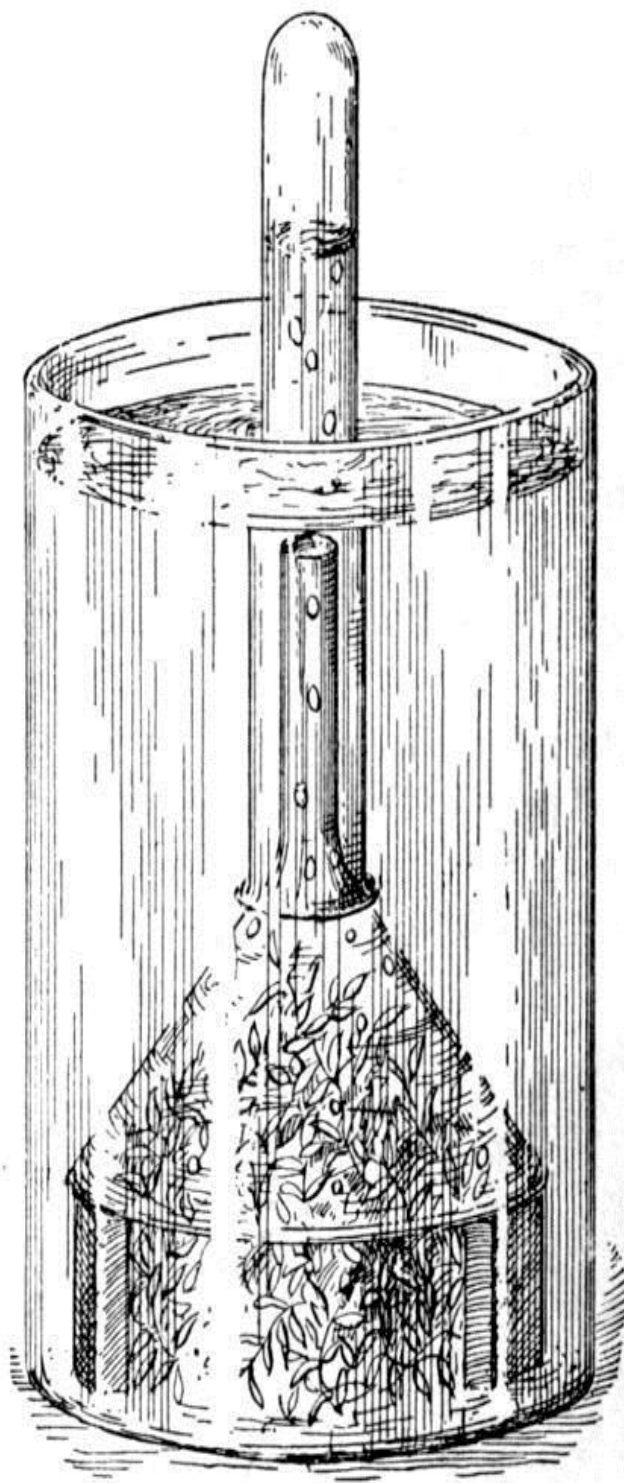


Рис. 122. — Чтобы показать улетучивание кислорода.



Рис. 123. — Иллюстрация продукта дыхания.

Рис. 124. — Дыхание толстых корней.

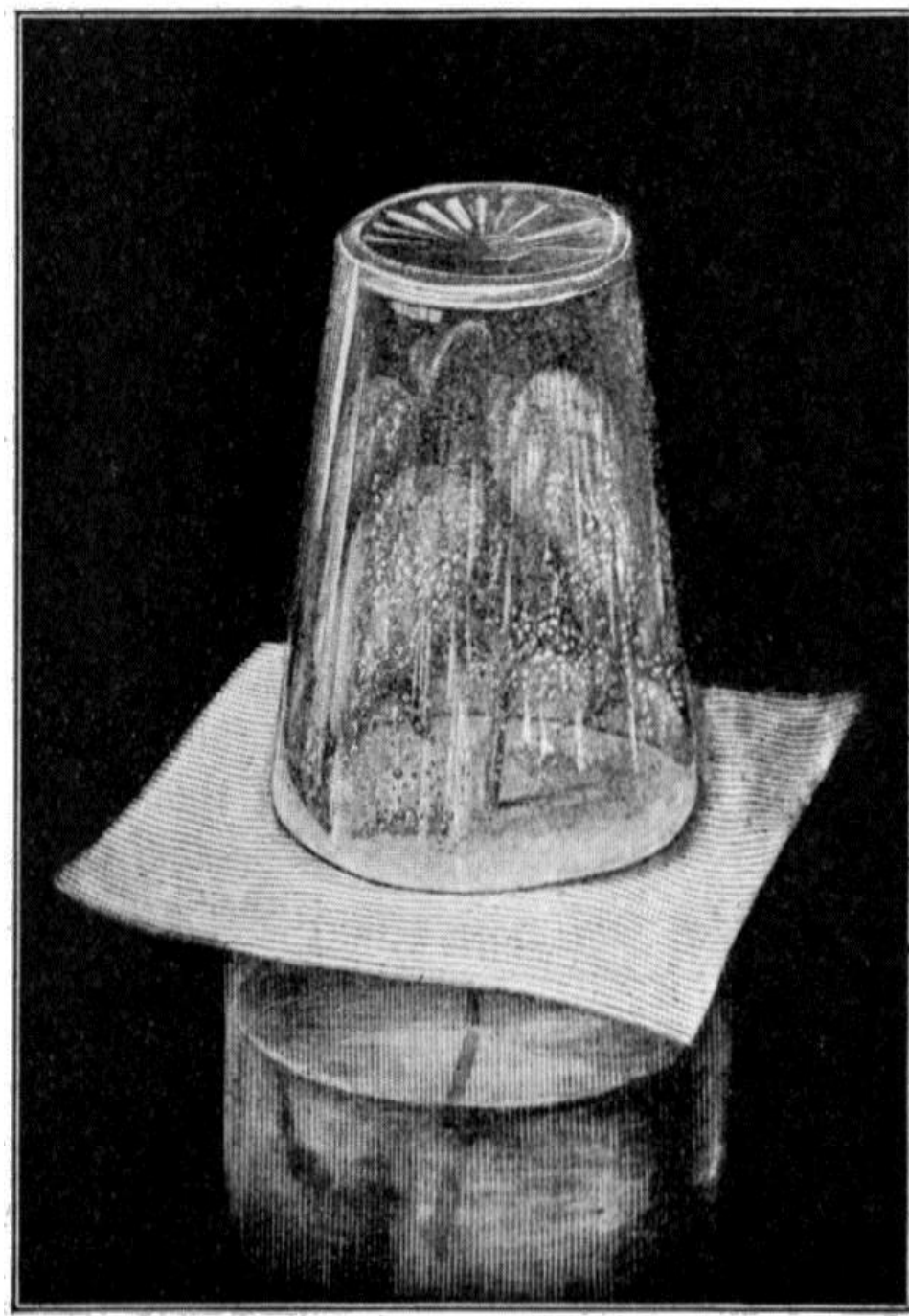


Рис. 125. — Иллюстрация транспирации.

Предложения. — Проверка на наличие хлорофилла. **84.** Купите около 1/2 стакана спирта. Возьмите лист герани, клевера или другого растения, который пролежал на солнце несколько часов, окуните его на минуту в кипящую воду и положите в белую чашку, залив спиртом так, чтобы он полностью покрыл лист. Поставьте чашку в неглубокую кастрюлю с горячей водой на плиту, где температура не настолько высока, чтобы спирт мог воспламениться. Через некоторое время хлорофилл растворяется в спирте, который приобретает насыщенный зеленый цвет. Сохраните этот лист для эксперимента с крахмалом ([упражнение 85](#)). Без хлорофилла растение не может усваивать углекислый газ из воздуха. *Крахмал и фотосинтез.* **85.** Крахмал присутствует в зеленых листьях, которые были подвержены воздействию солнечного света, но в темноте крахмал не может образовываться из углекислого газа. Нанесите йод на лист, из которого в предыдущем эксперименте был растворен хлорофилл. Обратите внимание, что лист окрашен в пурпурно-коричневый цвет по всей поверхности. Лист содержит крахмал. **86.** Возьмите лист с растения, которое находилось в темноте около двух дней. Растворите хлорофилл, как и ранее, и попытайтесь окрасить этот лист йодом. Фиолетово-коричневый цвет не появляется. Это показывает, что крахмал, произведенный в листе, может быть полностью удален в темноте. **87.** Возьмите растение, которое находилось в темноте в течение двадцати четырех часов или более. Разрежьте небольшую пробку и прикрепите две половинки на противоположных сторонах одного из листьев, как показано на [рис. 120](#). Снова поместите растение на солнце. После утра яркого солнечного света растворите хлорофилл в этом листе спиртом, а затем окрасьте лист йодом. Обратите внимание, что лист окрашен глубоко, за исключением места, где была пробка; там солнечный свет и углекислый газ были исключены, [рис. 121](#). В области, покрытой пробкой (), крахмала нет. **88.** Растения или части растений, в которых не образовался хлорофилл, не могут образовывать крахмал. Возьмите пестрый лист колеуса, ленточной травы, герани или любого другого растения, на котором есть как белые, так и зеленые участки. В ясный солнечный день проверьте один из этих листьев на наличие крахмала с помощью спирта и йода. Обратите внимание, что в частях, лишенных зеленого цвета, крахмал не образовался. Однако после того, как крахмал однажды образовался в листьях, он может превратиться в растворимые вещества и быть удален, чтобы снова превратиться в крахмал в некоторых других частях живых тканей. *Чтобы проверить выделение кислорода в течение дня.* **89.** Проведите эксперимент, показанный на [рис. 122](#). Под воронкой в глубокой стеклянной банке, содержащей свежую родниковую или ручьевую воду, поместите свежие кусочки обыкновенной водяной травы элодеи (или анахарис). Воронка должна быть значительно меньше сосуда, и ее следует хорошо поддержать над дном, чтобы растение могло легче получить весь углекислый газ, содержащийся в воде. Почему кипяченая вода нежелательна в этом эксперименте? Чтобы изготовить домашнюю стеклянную воронку, отломайте дно узкошейной бутылки, прижав к нему раскаленный кочергу или железный прут и проведя трещину по всей бутылке. Переверните пробирку над стеблем воронки. Под воздействием солнечного света в пробирке будут образовываться и собираться пузырьки кислорода. Если собрано достаточное количество кислорода, зажженная свеча, вставленная в пробирку, будет гореть ярче, что свидетельствует о наличии кислорода в большем количестве, чем в воздухе. Затеняйте сосуд. Выделяются ли пузырьки? По многим причинам продолжать этот эксперимент дольше нескольких часов нецелесообразно. **90.** Более простой эксперимент можно провести, если у вас есть водоросли Cabomba (семейство кувшинок). Свяжите вместе несколько веток так, чтобы их основания образовали небольшой пучок. Поместите их в большой сосуд с родниковой водой и вставьте пробирку с водой, как и раньше, над пучком. Пузырьки будут подниматься с срезанных поверхностей. Наблюдайте за пузырьками на прудовой пене и водорослях в ясный день. *Чтобы проиллюстрировать результаты дыхания, (CO₂).* **91.** В банку с прорастающими семенами ([рис. 123](#)) осторожно поместите небольшую посудину с известковой водой и плотно накройте. Поместите аналогичную посудину в другую банку с примерно таким же объемом воздуха. Через несколько часов сравните мутность или осадок в двух сосудах с известковой водой. **92.** Или поместите растущее растение в глубокую закрытую банку вдали от света, а через несколько часов вставьте зажженную свечу или щепку. **93.** Или проведите аналогичный эксперимент со свежими корнями свеклы или репы ([рис. 124](#)), с которых удалено большинство листьев. В этом случае банку не нужно держать в темноте; почему? *Чтобы проверить транспирацию.* **94.** Срежьте сочный побег любого растения, просуньте его конец в отверстие в пробке и поставьте в небольшую бутылку с водой. Переверните над этим фруктовую банку и наблюдайте, как на внутренней стороне стекла скоро скопится туман. Со временем образуются капли воды. **95.** Эксперимент можно варьировать, как показано на [рис. 125](#). **96.** Или переверните фруктовую банку над всем растением, как показано на [рис. 126](#), позаботившись о том, чтобы покрыть почву промасленной бумагой или резиновой тканью, чтобы предотвратить испарение из почвы. **97.** Испытание можно также провести, поместив горшок, должным образом защищенный, на весы, и будет замечена потеря веса ([рис. 127](#)). **98.** Срежьте зимнюю веточку, запечатайте срезанный конец воском и оставьте веточку на несколько дней; она завянет. Даже зимой должно происходить некоторое движение воды вверх, иначе растения завянут и погибнут. **99.** Для иллюстрации

давления сока. Движение соковой воды вверх часто происходит под значительным давлением. Причина этого давления, известного как *корневое давление*, до конца не ясна. Давление варьируется в зависимости от растений и условий. Для иллюстрации: отрежьте сильное маленькое растение у самой земли. С помощью кусочка резиновой трубки прикрепите стеклянную трубку с просветом, приблизительно равным диаметру стебля. Налейте немного воды. Наблюдайте за подъемом воды под давлением снизу ([рис. 128](#)). Некоторые растения выделяют большое количество воды под давлением, достаточным для подъема столба на несколько футов; другие выделяют мало, но под значительным давлением (что продемонстрировать сложнее). *Жизненные процессы* (т. е. процессы жизни). **100.** Учащийся, изучивший корни, стебли и листья (), теперь должен уметь описать основные жизненные функции растений: какова функция корней? функция стеблей? функция листьев? **101.** Что понимается под «соком»? **102.** Где и как растение получает воду? Кислород? Углерод? Водород? Азот? Серу? Калий? Кальций? Железо? Фосфор? **103.** Где производится весь крахмал в мире? Чем занимается крахмальный завод? Где находятся настоящие крахмальные заводы? **104.** В какую часть суток растения растут в длину наиболее быстро? Когда пища образуется и накапливается наиболее быстро? **105.** Почему кукуруза или хлопок желтеют во время длительных дождей? **106.** Если стерню, кукурузные стебли или стебли хлопка сжигают на поле, возвращается ли в почву столько же питательных веществ, сколько при их заделывании в почву? **107.** Какой процесс в растениях примерно аналогичен потоотделению у животных? **108.** Какая часть органического мира использует сырые минералы в качестве пищи? **109.** Почему селери насыпают землю, чтобы он стал белым? **110.** Количество испаренной воды равно количеству поглощенной? **111.** Назовите несколько причин, по которым растения, растущие в непосредственной близости от дома, могут плохо расти или даже погибать. **112.** Почему фруктовые деревья обрезают или прореживают, как показано на [рис. 129](#)? *Для поддержания правильного баланса между верхушкой и корнями.* **113.** Мы узнали, что части листьев и части корней работают вместе. Можно сказать, что они уравнивают друг друга в своей деятельности: корни снабжают верхушку, а верхушка снабжает корни (как?). Если половина корней дерева была бы срезана, мы могли бы ожидать, что верхушка также уменьшится, особенно если дерево пересаживается. Как бы вы обрезали дерево или куст, которые пересаживаются? [Рис. 130](#) может дать подсказку.



Рис. 126. — Иллюстрация процесса транспирации.

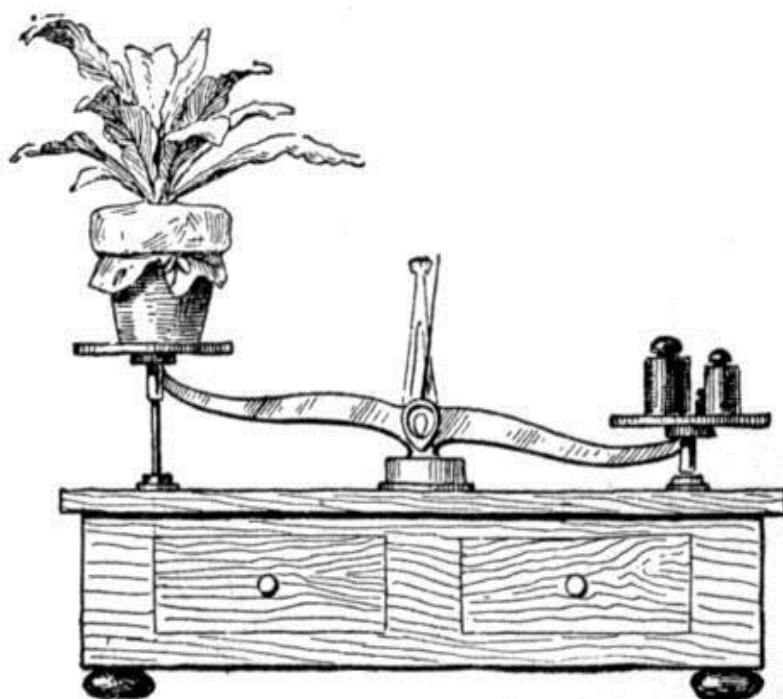


Рис. 127. — Потеря воды.

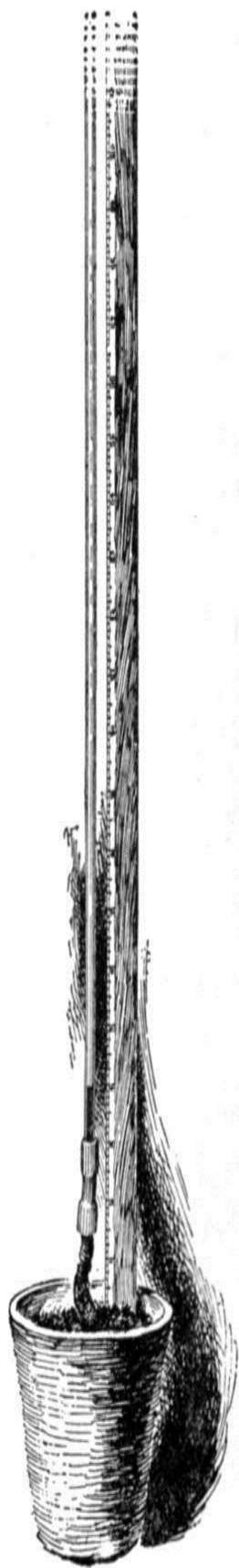


Рис. 128. — Для демонстрации давления сока.

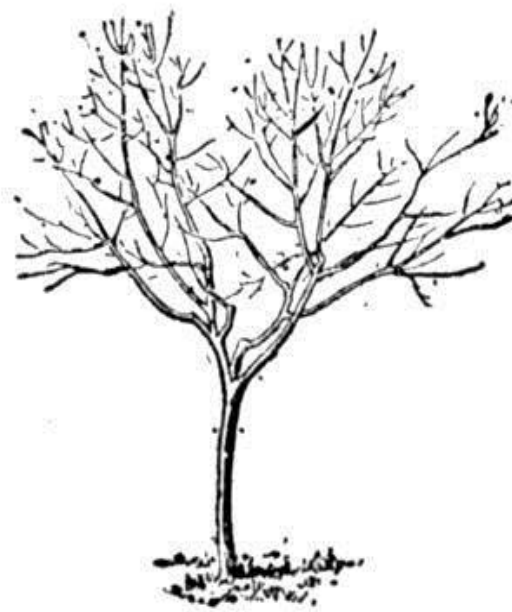
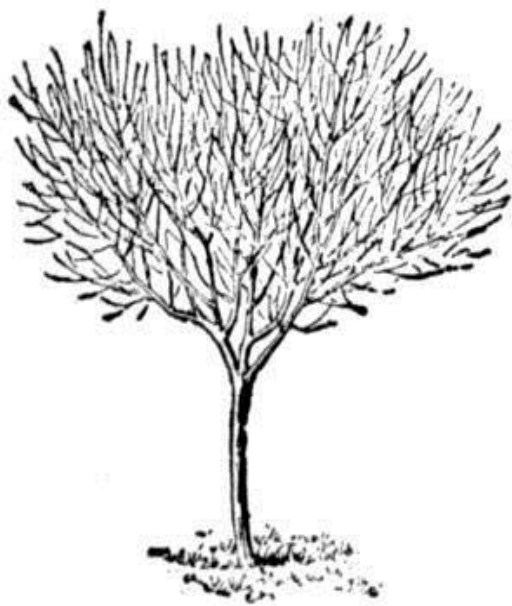


Рис. 129. — До и после обрезки.

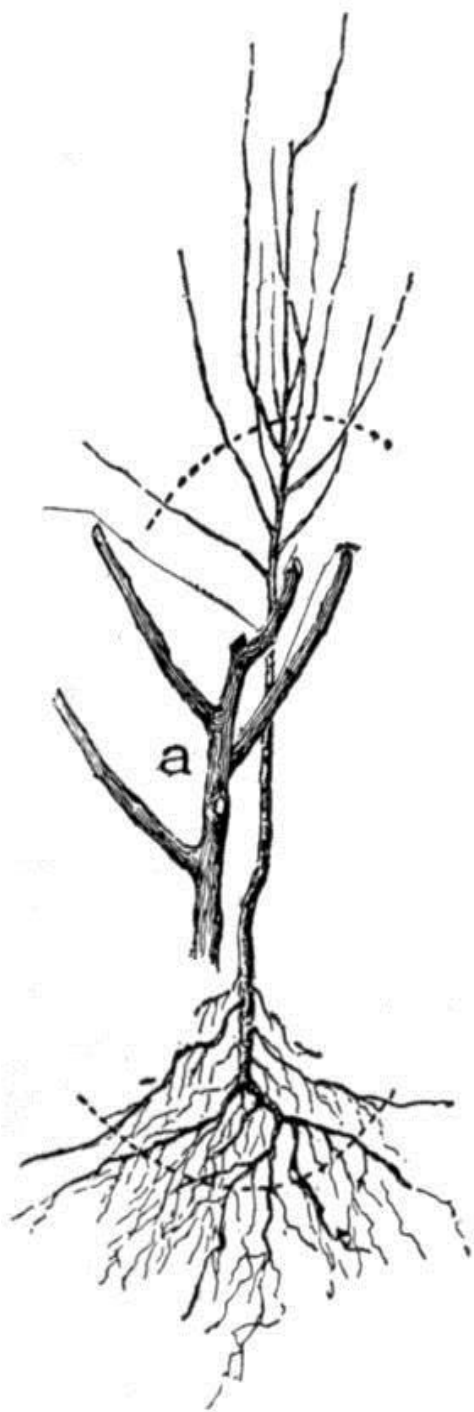


Рис. 130. Яблоня с рекомендациями по обрезке при посадке в саду. На *a* показана обрезанная верхушка.

ГЛАВА XIV

ЗАВИСИМЫЕ РАСТЕНИЯ

До сих пор мы говорили о растениях с корнями и листьями, которые зависят только от самих себя. Они собирают сырье и превращают его в усвояемую пищу. Они **независимы**. Растения без зеленой листвы не могут производить пищу; ее должны производить для них, иначе они погибнут. Они **зависимы**. Росток из клубня картофеля в темном погребе не может собирать и перерабатывать углекислый газ. Он живет за счет пищи, запасенной в клубне.



Рис. 131. Гриб, пример сапрофитного растения. Это съедобный культивируемый гриб.

Все растения с естественно белыми или обесцвеченными частями являются зависимыми. Их листья не развиваются. Они питаются органическими веществами — теми, которые были произведены растением или переработаны животным. Примерами являются арахис, индийская трубка, буковая капля, коралловый корень среди цветущих растений, а также грибы и другие грибки ([рис. 131, 132](#)). Полевой аспарагус распространен в низинах, он хорошо заметен в конце сезона благодаря своим нитевидным желтым или оранжевым стеблям, распространяющимся по траве других растений. Один из видов поражает люцерну и является опасным вредителем. Семена прорастают весной, но как только выходящие стебли прикрепляются к другому растению (), доддер отмирает у основания и становится полностью зависимым. Он образует соцветия и свободно размножается семенами ([рис. 133](#)).

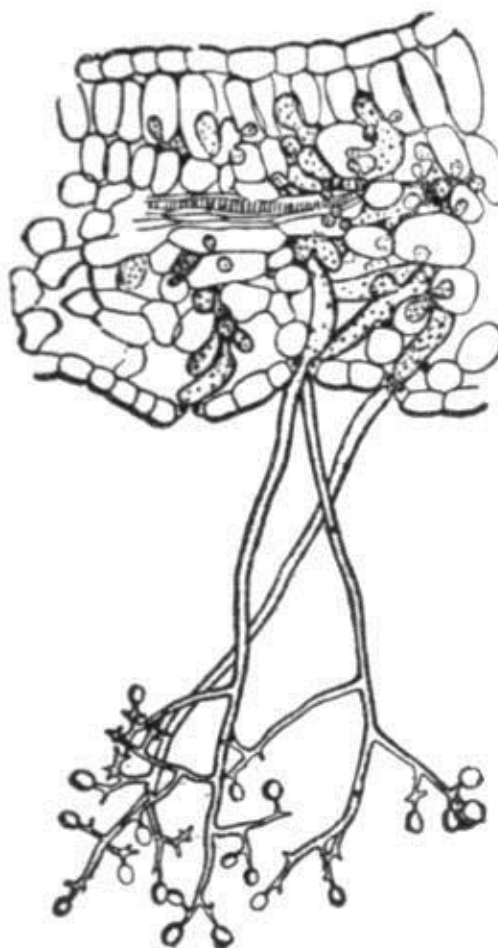


Рис. 132. — ПАРАЗИТИЧЕСКИЙ ГРИБ, увеличенный. Мицелий, или вегетативная часть, показан пунктирными участками, разветвляющимися в ткани листа. Также показаны округлые гаустории, выступающие в клетки. Длинные плодовые части гриба свисают с нижней поверхности листа.

Паразиты и сапрофиты. Растение, которое зависит от живого растения или животного, является **паразитом**, а растение или животное, на котором оно живет, является **хозяином**. Полевой кукурузный червяк является настоящим паразитом, как и ржавчины, плесени и другие грибы, которые поражают листья и побеги и повреждают их.

Нити паразитического гриба обычно проникают через межклеточные пространства в листе или стебле и посылают присоски (или гаустории) в клетки ([рис. 132](#)). Нити (или гифы) забивают воздушные пространства листа и часто закупоривают устьица, а также присваивают и дезорганизуют клеточные жидкости, *тем самым повреждая или убивая своего хозяина*. Масса гиф гриба называется **мицелием**. Некоторые гифы в конце концов выходят из листа и производят споры или репродуктивные клетки, которые выполняют функцию семян в распространении растения (b, [рис. 132](#)).



Рис. 133. — Полевой АСПАРАГУС в ПЛОДАХ.

Растение, которое живет на мертвой или разлагающейся материи, является **сапрофитом**. Грибы ([рис. 131](#)) являются примером сапрофитов; они живут на разлагающейся материи в почве. Плесень на хлебе и сыре является примером сапрофитов (). Положите кусок влажного хлеба на тарелку и накройте его стаканом. Через несколько дней он заплесневеет. Споры были в воздухе или, возможно, уже попали на хлеб, но не имели возможности расти. Большинство зеленых растений не могут напрямую использовать гумус или растительную плесень в почве, поскольку они не являются сапрофитами. Полиповые грибы ([рис. 134](#)) являются сапрофитами. Они часто встречаются на бревнах и деревьях. Некоторые из них, возможно, являются частично паразитическими, проникая мицелием в древесину живого дерева и вызывая его чернение ([рис. 134](#)).



Рис. 134. — Гриб-трутовик (*Polyporus igniarius*) на бревне бука. Внизу показана внешняя часть гриба, вверху — повреждение сердцевины дерева.

Некоторые паразиты, как и другие растения, произрастают из земли, но они *паразитируют на корнях своих хозяев*. Некоторые паразиты могут быть *частично паразитическими* и *частично сапрофитными*. Многие (возможно, большинство) из этих наземных сапрофитов получают помощь в обеспечении себя пищей от почвенных грибов, которые распространяют свои тонкие нити по корневидным ветвям растения и действуют как посредники между пищей и сапрофитом. Эти покрытые грибами корни известны как **микоризы** (что означает «грибной корень»). Микоризы не являются особенностью сапрофитов. Они встречаются на многих полностью независимых растениях, таких как,

например, вереск, дуб, яблоня и сосна (). Вероятно, грибные нити выполняют для хозяина некоторые функции корневых волосков (). С другой стороны, гриб получает некоторое питание от хозяина. Это взаимодействие, по-видимому, является взаимным.

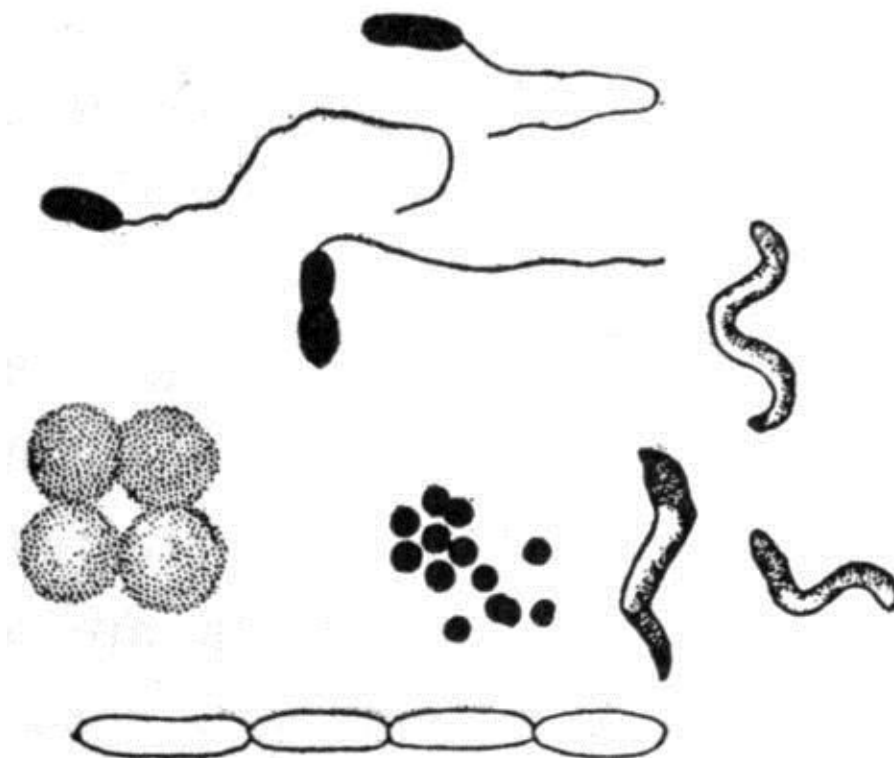


Рис. 135. БАКТЕРИИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ, сильно увеличенные.

Сапрофиты разлагают или разлагают органические вещества. Главными из этих сапрофитов являются многие микроскопические организмы, известные как бактерии ([рис. 135](#)). Эти бесчисленные организмы погружены в воду или в мертвых животных и растения, а также во всевозможные влажные органические продукты. Разлагая органические соединения, *они вызывают гниение*. В основном благодаря их деятельности и деятельности многих настоящих, но микроскопических грибов, *все вещества превращаются в почву и газ*. Таким образом, тела растений и животных удаляются, и продолжается круговорот жизни.



Рис. 136. АМЕРИКАНСКИЙ ОМЕЛА, РАСТУЩАЯ НА ВЕТКЕ ОРЕХОВОГО ДЕРЕВА.

Некоторые паразиты имеют зеленые листья. Таков, например, омела ([рис. 136](#)). Они прикрепляются к хозяину и поглощают его соки, но также усваивают и используют углекислый газ из воздуха. В некоторых небольших группах бактерий был обнаружен процесс органического синтеза.

Эпифиты. От зависимых растений следует отличать те, которые растут на других растениях, не питаясь ими. Это зеленолистные растения, корни которых впадают в кору растения-хозяина и, возможно, получают от него некоторое питание, но в основном питаются веществами, которые они получают из воздушной пыли, дождевой воды и воздуха. Эти растения называются **эпифитами** (что означает «на растениях») или воздушными растениями.

Эпифиты широко распространены в тропиках. Одними из самых известных примеров являются некоторые орхидеи ([рис. 37](#)). Другим примером является испанский мох или

тилландсия юга. Мохи и лишайники, растущие на деревьях и заборах, также можно назвать эпифитами. В борьбе за существование растения- *ы*, вероятно, *были вытеснены в эти особые места*, где они могут найти возможность для роста. Растения растут там, где должны, а не там, где хотят.

Предложения. — **114.** Является ли дождевик растением? Почему вы так думаете? **115.** Выращивают ли грибы, где и как? **116.** В каких местах обычно встречаются грибы и мухоморы? (На самом деле нет разницы между грибами и мухоморами. Все они являются грибами.) **117.** Какие виды плесени, фитофтороза и ржавчины вы знаете? **118.** Как фермеры борются с фитофторозом картофеля? С паршой яблонь? Или с другими грибковыми «болезнями растений»? **119.** Как эти болезни повреждают растения? **120.** Что такое болезнь растений? **121.** Ученик должен знать, что каждое пятно или повреждение на листе или стебле вызвано чем-то — насекомым, грибом, ветром, градом, засухой или другим фактором. Сколько неповрежденных или идеальных листьев есть на растении, растущем ближе всего к ступенькам школы? **122.** Приведите формулу бордоской смеси и расскажите, как и для чего она используется.

ГЛАВА XV

ЗИМНИЕ И СПЯЩИЕ ПОЧКИ

Почка — это точка роста, заканчивающая длинную или короткую ось или являющаяся начальной точкой оси. *Все ветви произрастают из почек.* В вегетационный период почка активна; позднее в сезоне она перестает увеличивать длину оси, и с приближением зимы точка роста становится более или менее утолщенной и покрывается защитными чешуйками, готовясь к длительному периоду покоя. Этот покоящийся, спящий или зимний орган обычно называют «почкой». Зимнюю почку можно определить как *неактивную, покрытую точку роста*, ожидающую весны.

Структурно, спящая почка представляет собой **укороченную ось** или **ветвь**, несущую миниатюрные листья или цветы, или и то, и другое, и защищенную покрытием. Разрежьте пополам по длине почку конского каштана или другого растения, имеющего крупные почки. С помощью булавки отделите крошечные листья. Сосчитайте их. Изучите крупную почку ревеня, которая находится под землей в конце зимы или в начале весны, или почки аспарагуса, гепатику или других ранневесенних растений. Рассмотрите крупные почки яблони и груши ([рис. 137, 138](#)).

Рис. 137. Почка АБРИКОСА с миниатюрными листочк:

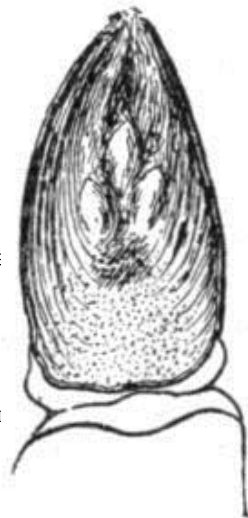


Рис. 138. Почка груши, на которой видны как лис-
центре.

едние представляют собой маленькие бугорки в

Почка защищена твердыми и сухими чешуйками. Эти чешуйки являются видоизмененными листьями. Чешуйки плотно прилегают друг к другу. Часто почка защищена лаком (см. конский каштан и бальзамические тополя). Большинство зимних почек более или менее ворсистые. Изучите их под лупой. Как и следовало ожидать, покров почек наиболее выражен в холодном и сухом климате. Покропите водой бархат или фланель, обратите внимание на результат и объясните его.

Все зимние почки дают начало ветвям, а не только листьям; то есть листья растут на удлиняющейся оси. Иногда ось, или ветвь, остается очень короткой — настолько короткой, что ее можно не заметить. Иногда она вырастает до нескольких футов в длину.

Будет ли ветвь расти или нет, зависит от ее возможностей — положения на растении, почвы, количества осадков и многих других факторов. Новый побег — это разворачивание и увеличение крошечной оси и листьев, которые мы видели в почке. Если условия благоприятны, побег может сформировать больше листьев, чем было спрятано в почке. Длина побега обычно зависит больше от длины междоузлий, чем от количества листьев.

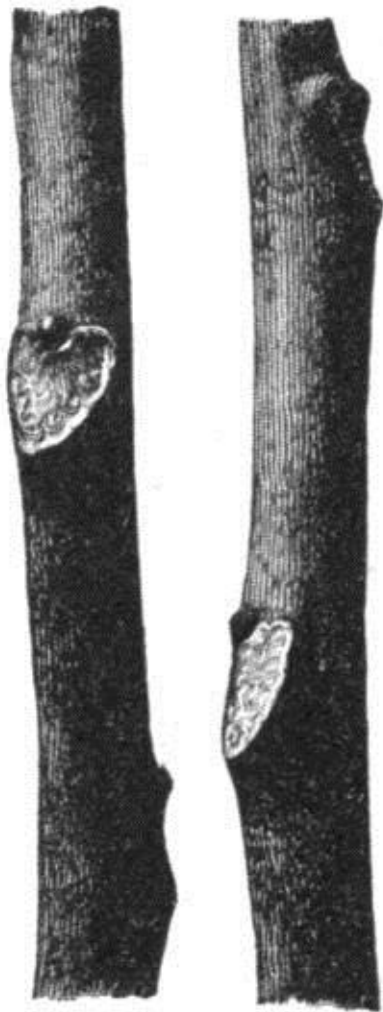


Рис. 139. Листовые рубцы. Айлант.

Где находятся почки. Почки расположены в **пазухах** листьев — в остром угле, который образует лист со стеблем. Когда летом растет лист, над ним формируется почка. Когда лист опадает, почка остается, и на месте листа остается рубчик. [На рис. 139](#) показаны крупные рубчики от листьев айлантуса. Посмотрите на рубчики на конском каштане, клене, яблоне, груше, липе или любом другом дереве или кусте.

Иногда в одной пазухе образуются две или более почек; дополнительные почки являются **вспомогательными** или сверхнормативными. Посмотрите на них у татарской жимолости (распространенной в садах), ореха « », ореха «Butternut», красного клена, медовой акации, а иногда и у абрикоса и персика.

Если почка находится на конце побега, каким бы коротким он ни был, она называется **терминальной почкой**. Она продолжает рост оси по прямой линии. Очень часто на конце

собираются три или более почек ([рис. 140](#)); в этом случае почек может быть больше, чем листовых рубцов. Однако только одна из них является строго терминальной.



Рис. 140. — Терминальная почка между двумя другими почками. — Смородина.

Почка в пазухе листа — это **пазушная** или **боковая** почка. Обратите внимание, что обычно в конце лета и осенью в пазухе каждого листа на дереве или кустарнике находится по крайней мере одна почка. Пазушные почки, если они растут, являются *отправной точкой для новых побегов в следующем сезоне*. Если лист сорвать в начале лета, что станет с молодой почкой в его пазухе? Попробуйте это.



Рис. 141. — Гигантская почка. — Капуста.

Луковицы и кочаны капусты можно сравнить с почками, то есть они представляют собой сгущенные стебли с чешуйками или видоизмененными листьями, плотно перекрывающими друг друга и образующими округлое тело ([рис. 141](#)). Однако они отличаются от настоящих почек тем, что являются сгущениями целых главных стеблей, а не зародышевых стеблей, расположенных в пазухах листьев. Но луковички (например, тигровой лилии) с одной стороны едва ли можно отличить от бутонов, а с другой — от луковиц. Разрежьте кочан капусты пополам в длину и посмотрите, на что он похож.

Почки, появляющиеся на корнях, являются необычными или аномальными — они возникают только изредка и в произвольном порядке. Почки, появляющиеся в необычных местах на любой части растения, называются **придаточными почками**. Обычно это почки, которые появляются после обрезки большой ветви и из которых вырастают отпрыски или водные побеги.



Рис. 142. Плодовый бутон груши.



Рис. 143. — Раскрытие плодового бутона груши.



Рис. 144. РАСКРЫВАЮЩИЙСЯ ЛИСТОВОЙ БУТОН ГРУШИ.



Рис. 145. — РАСКРЫТИЕ ГРУШЕВОГО БУТОНА.

Как раскрываются почки. — Когда удлиняется и выталкивается наружу, скоро опадают, оставляя небольшой конец годового роста: как? Обратные растения. У некоторых других растений, как у груши (рис. 142, 143, 144). У зеленых и почти похожими на листья

Иногда из почек появляются и сопровождающие. Мы видели зародыш. На рис. 143 она раскрывается. На рис. 1 сформировавшиеся цветы. На рис. 1

шуйки раздвигаются, маленькая ось астилей наружные чешуйки очень нцевых почек это кольцо отмечает сик, яблоню, сливу, иву и другие тут в течение некоторого времени, ренные чешуйки почки становятся г.

сопровождать цветы, а могут и не . Почка снова показана на рис. 142. вите, и появляются шерстистые не



Рис. 146. — Один цветок в грозди груши, снятый в 7 ут

ния. В 10 часов он полностью раскрывается.



Рис. 148. — БУТОН АБРИКОСА, увеличенный.

Почки, которые содержат или производят только листья, называются **листовыми почками**. Те, которые содержат только цветы, называются **цветочными** или **плодовыми почками**. Последние встречаются у персика, миндаля, абрикоса и многих очень раннецветущих растений. На [рис. 147](#) из бутона абрикоса появляется одиночный цветок. Увеличенный продольный срез этого бутона показан на [рис. 148](#). Те, которые содержат как листья, так и цветы, являются **смешанными бутонами**, как у груши, яблони и большинства позднецветущих растений.

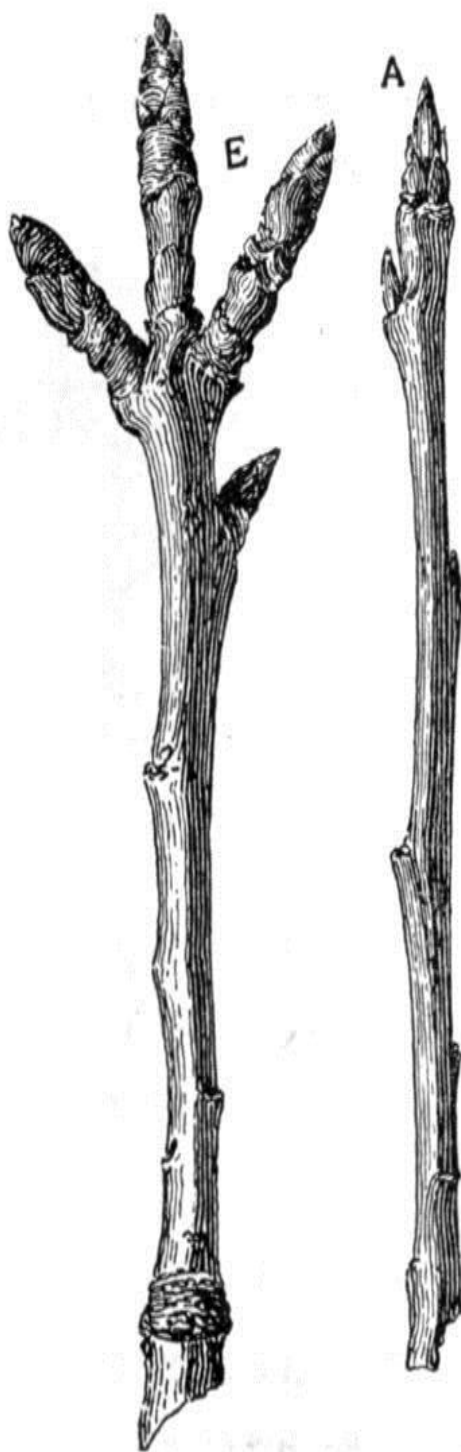


Рис. 149. Плодовые и листовые почки груши.

Плодовые почки обычно толще или крепче листовых. Они располагаются в разных местах на разных растениях. У некоторых растений (яблоня, груша) они находятся на концах коротких ветвей или шпор; у других (персик, красный клен) — по бокам прошлогодних побегов. На [рис. 149](#) показаны три плодовых почки и одна листовая почка на Е, а также листовые почки на А. См. также [рис. 150, 151, 152, 153](#) и объясните.



Рис. 150. Плодовые почки яблони на шпорах: спящая почка вверху.



Рис. 151. Группа плодовых почек сладкой вишни с

и почком в центре.



бутона персика с листовым бутоном между ними.



Рис. 153. РАСКРЫТИЕ ЛИСТОВЫХ И ЦВЕТОЧНЫХ ПОЧЕК ЯБЛОНИ.

«Взрыв весны» во многом означает распускание почек. *Все было подготовлено еще осенью. Зародыши побегов и цветов были укрыты, а питательные вещества запасены.* Падает теплый дождь, открываются ставни, и спящие просыпаются: квакают лягушки и прилетают птицы.

Расположение почек. Мы обнаружили, что листья обычно располагаются в определенном порядке; почки находятся в пазухах листьев, поэтому *почки должны демонстрировать филлотаксис.* Кроме того, ветви растут из почек, поэтому ветви должны иметь определенное расположение; однако обычно они не демонстрируют такого расположения, потому что *не все почки растут и не все ветви живут.* (См. [главы II и III.](#)) Однако очевидно, что способ расположения почек в определенной степени определяет форму дерева: сравните расположение почек у сосны или ели с расположением почек у клена или яблони.



Рис. 154. — Дубовая ветвь. Как располагаются листья по отношению к годовым приростам?

Самые верхние почки на любой ветке, если они хорошо созрели, обычно более крупные и сильные, и именно они с наибольшей вероятностью вырастут следующей весной; поэтому ветви, как правило, располагаются ярусами (особенно хорошо это видно на елях и пихтах). См. [рис. 154](#) и объясните его.

Зимние почки показывают, каково было воздействие солнечного света. Почки появляются в пазухах листьев, и размер или сила листа в значительной степени определяют *размер почки*. Обратите внимание, что в большинстве случаев *самые крупные почки находятся ближе всего к верхушке* ([рис. 157](#)). Если самые крупные почки не находятся близко к верхушке, то для этого есть какая-то особая причина. Можете ли вы ее назвать? Изучите побеги на деревьях и кустах.



Рис. 155. — Ветка яблони.

Рис. 156. — Та же ветка до опадения листьев.

Предложения. — Некоторые из лучших уроков по наблюдению — это уроки, посвященные спящим веткам. Здесь можно многому научиться, тренировать зрение, а образцы доступны повсюду. **123.** В любое время года, когда ученик приступает к изучению ветвей, он должен обращать внимание на три вещи: возраст различных частей, относительное положение почек и листьев, разные размеры похожих или сопоставимых почек. Если это конец весны или начало лета, он должен наблюдать за развитием почек в пазухах и определять, связаны ли сила или размер почки каким-либо образом с размером и силой поддерживающего (или опирающего) листа. Размеры почек также следует отмечать на безлистных ветках, а размеры прежних листьев можно определить по размеру рубца листа под почкой. Ученик должен помнить о борьбе за пищу и свет и ее влиянии на развивающиеся почки. **124. Почка и ветка.** На [рис. 155](#) показана ветка, срезанная с яблони ранней весной. Даже при беглом осмотре видно, что она состоит из нескольких частей. Кажется, что она разделена в точке *f* на две части. Очевидно, что часть от *f* до *h* выросла в прошлом году, а часть ниже *f* выросла два года назад. Почки на этих двух частях очень непохожи, и эти различия требуют изучения. Чтобы понять эту, казалось бы, безжизненную веточку, необходимо увидеть, как она выглядела в конце прошлого лета (это состояние показано на [рис. 156](#)). Часть от *f* до *h*, которая только что завершила свой рост, имеет листья, растущие поодиночке. В каждой пазухе (или углу, который образует лист при соединении с побегом) находится почка. Сначала появляется лист, а по мере продвижения сезона в его пазухе формируется почка. Когда листья опадают с приближением зимы, почки остаются, как показано на [рис. 155](#). Таким образом, каждый почек на прошлогоднем росте зимней ветки отмечает положение, занимаемое листом, когда побег рос. — Часть ниже *f* на [рис. 156](#) показывает совершенно другое расположение. Листья расположены по два или более вместе (*aaaa*), и есть почки без листьев (*bbbb*). Год назад эта часть выглядела как нынешний побег от *f* до *h*, то есть листья были одиночными, с почки в пазухе каждого. Теперь видно, что некоторые из этих похожих на почки частей длиннее других, и что самые длинные из них — те, у которых есть листья. Должно быть, именно из-за листьев они увеличились в длину. Часть с потеряла листья в результате какой-то аварии, и ее рост прекратился. Другими словами, части *aaaa* похожи на побег *fh*, за исключением того, что они короче и имеют тот же возраст. Одна из них выросла из концевой почки главной ветви, а другие — из боковых почек. Таким образом, части или тела, на которых растут листья, являются ветвями. Почки в *точках* *bbbb* не имеют листьев и остаются такого же размера, как и год назад (). Они находятся в состоянии покоя. Единственный способ роста зрелой почки — это образование листьев, поскольку под ней больше никогда не будет листьев. Таким образом, на ветке есть почки двух возрастов: те, что находятся в *точке* *bbbb*, имеют возраст два сезона, а те, что находятся на концах всех ветвей (*aaaa*, *h*) и в пазухах каждого листа, имеют возраст один сезон. Только концевые почки не являются пазушными. Когда почка начинает расти и давать листья, она дает начало ветке, которая, в свою очередь, несет почки. — Теперь будет интересно определить, почему некоторые почки дали начало ветвям, а другие остались в состоянии покоя. Самый сильный побег или ветвь года — это концевой (*fh*). Следующим по силе является самый верхний боковой, а самый слабый побег находится у основания веточки. Почки в состоянии покоя находятся на нижней стороне (поскольку веточка росла в горизонтальном положении). Все это говорит о том, что выросли те почки, у которых было больше всего возможностей — больше всего солнечного света и места. Почек было слишком много для данного пространства, и в борьбе за существование те, у которых было больше возможностей, выросли больше всего. Однако эта борьба за существование началась год назад, когда почки на побеге ниже *f* формировались в пазухах листьев, поскольку почки у верхушки побега выросли больше и сильнее, чем почки у его основания. Таким образом, рост за год в значительной степени определяется условиями, в которых формировались почки в предыдущем году. *Другие характеристики почек.* **125.** Зимой в комнате легко увидеть набухание почек. Закрепите ветки деревьев и кустарников длиной от двух до трех футов и поставьте их в вазы или банки, как цветы. Часто меняйте воду и время от времени обрезайте нижние концы побегов. Через неделю или две почки начнут набухать. У красного клена, персика, абрикоса и других очень раннецветущих растений цветы можно получить через десять-двадцать дней. **126.** Форма, размер и цвет зимних почек у каждого вида растений различны. По одним только почкам ботаники часто могут различать виды растений. Даже такие похожие растения, как различные виды ив, имеют

хорошие характеристики почек. **127.** Различайте и рисуйте плодовые почки яблони, груши (), персика, сливы и других деревьев. Если поблизости растут различные виды кленов, добудьте веточки красного или болотного клена, а также мягкого или серебристого клена и сравните их почки с почками сахарного клена и норвежского клена: что вы узнали?

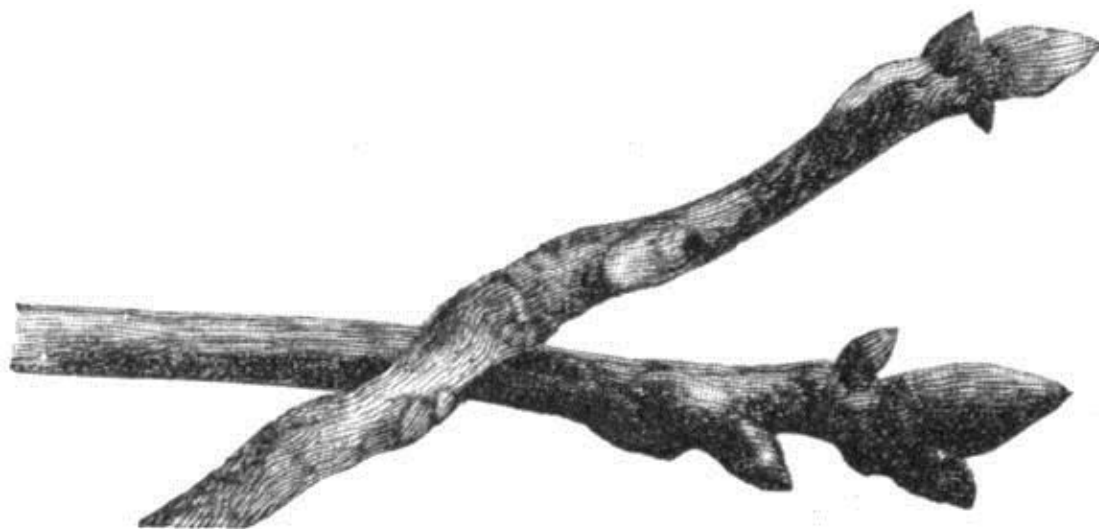


Рис. 157. Почки гикори.

ГЛАВА XVI

РАЗМНОЖЕНИЕ ПУЧКАМИ

Мы узнали (в [главе VI](#)), что растения размножаются с помощью семян. Они также размножаются с помощью частей побегов — корневищ (ризомов), корней, побегов, отводков, луковиц. Ученик должен определить, как любое растение, которое его интересует, размножается естественным путем (или распространяет свой вид). Определите это для малины, ежевики, клубники, июньской травы или другой травы, ореховой травы, водяной лилии, майского яблока или мандрагоры, лопуха, ирландского картофеля, сладкого картофеля, гречихи, хлопка, гороха, кукурузы, сахарного тростника, пшеницы, риса.

Растения могут быть искусственно размножены аналогичными способами, такими как отводки, черенки и прививки. Последние два мы можем обсудить здесь.

Черенки в целом. — Кусочек растения, воткнутый в землю, имеет шанс вырасти; и этот кусочек является **черенком**. Однако растения имеют предпочтения в отношении того, какой кусочек следует использовать, но нет способа определить, в чем заключается это предпочтение, кроме как путем проб. В некоторых случаях это предпочтение не было обнаружено, и мы говорим, что растение не может быть размножено черенками.

Большинство растений предпочитают, чтобы черенки были сделаны из **мягких** или **растущих частей** (называемых садоводами «древесиной»), примерами которых являются «черенки» герани и колеуса. Другие растения растут одинаково хорошо из черенков **твердых** или **зрелых частей** или **древесины**, таких как смородина и виноград; а в некоторых случаях эта зрелая древесина может быть из корней, как у ежевики. В некоторых случаях черенки берутся из клубней, как у ирландского картофеля « » ([рис. 60](#)). Учащиеся должны время от времени делать черенки. Если они не могут сделать ничего большего, они могут делать черенки из картофеля, как это делают фермеры, и сажать их в ящик на окне.



Рис. 158. Черенок герани.



Рис. 159. Черенок розы.

Черенок из мягкой
которая еще растет, или

ны получают из ткани,
дится в состоянии покоя.

Он состоит из одного или двух суставов с прикрепленным листом ([рис. 158, 159](#)). Нельзя допускать его увядания. Поэтому ее необходимо защищать от прямых солнечных лучей и сухого воздуха, пока она не укоренится; и если на ней много листьев, то часть из них следует удалить или, по крайней мере, разрезать пополам, чтобы уменьшить поверхность испарения. Почва должна быть равномерно влажной. На [фотографиях](#) показана глубина, на которую сажают черенки.

Для большинства растений правильный возраст или зрелость древесины для получения черенков можно определить, быстро согнув веточку: если она ломается и висит на коре, она находится в надлежащем состоянии; если она изгибается, не ломаясь, она слишком молодая и мягкая или слишком старая; если она раскалывается, она слишком старая и древесная. Лучшие черенки обычно получают из верхушек крепких вертикальных побегов. Желательно, чтобы каждый черенок имел сустав или узел у основания; а если междоузлия очень короткие, он может состоять из двух или трех суставов.

Стебель черенка вставляется на треть или более его длины в чистый песок или гравий, и земля плотно прижимается вокруг него. На грядку можно положить газету, чтобы исключить попадание света — если на нее падает солнце — и предотвратить слишком быстрое испарение. Почва должна быть влажной насквозь, а не только сверху.

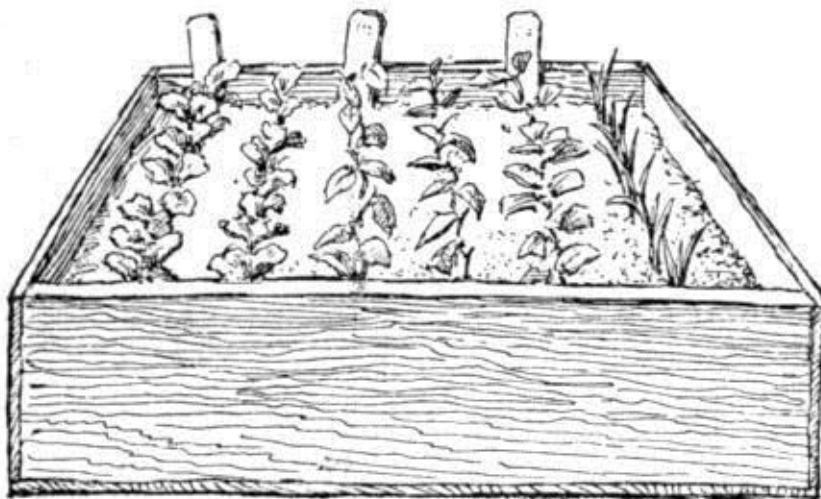


Рис. 160. Ящик для черенков.

Используется рыхлая песчаная или гравийная почва. Песок, используемый каменщиками, является хорошим материалом для начала большинства черенков; можно также использовать мелкий гравий, отсеянный от большей части земистой массы. Следует избегать почв, содержащих много разлагающихся органических веществ, поскольку эти почвы являются местом размножения грибков, которые поражают мягкие черенки и вызывают их «загнивание» или гибель на поверхности земли или близко к ней. Если черенки будут выращиваться на подоконнике, положите три или четыре дюйма земли в неглубокую коробку или лоток. Отлично подойдет мыльная коробка, разрезанная пополам по длине, чтобы получилась коробка глубиной четыре или пять дюймов — как плоская коробка садовника ([рис. 160](#)). Черенки обычных растений, таких как герань, колеус, фуксия, гвоздика, хранятся при комнатной температуре. Пока черенки выглядят яркими и зелеными, они находятся в хорошем состоянии. Корни могут сформироваться через месяц. Когда корни сформировались, растения начинают образовывать новые листья на верхушке. Затем их можно пересадить в другие ящики или горшки. Вербена на [рис. 161](#) готова к пересадке.



Рис. 161. Черенок вербены, готовый к пересадке.

Не всегда легко найти растущие побеги, из которых можно сделать черенки. В этом случае лучшим способом будет *обрезать старое растение, а затем держать его в тепле и хорошо поливать, тем самым заставляя его дать новые побеги*. Старое растение герани из оконного сада или взятое с газона можно обработать таким образом (см. [рис. 162](#)). Лучшие растения герани и колеуса, а также большинство оконных растений — это те, которым не более одного года. Черенки герани и фуксии, взятые в январе, феврале или марте, дадут компактные цветущие растения к следующей зиме, а после этого их место должны занять новые ([рис. 163](#)).

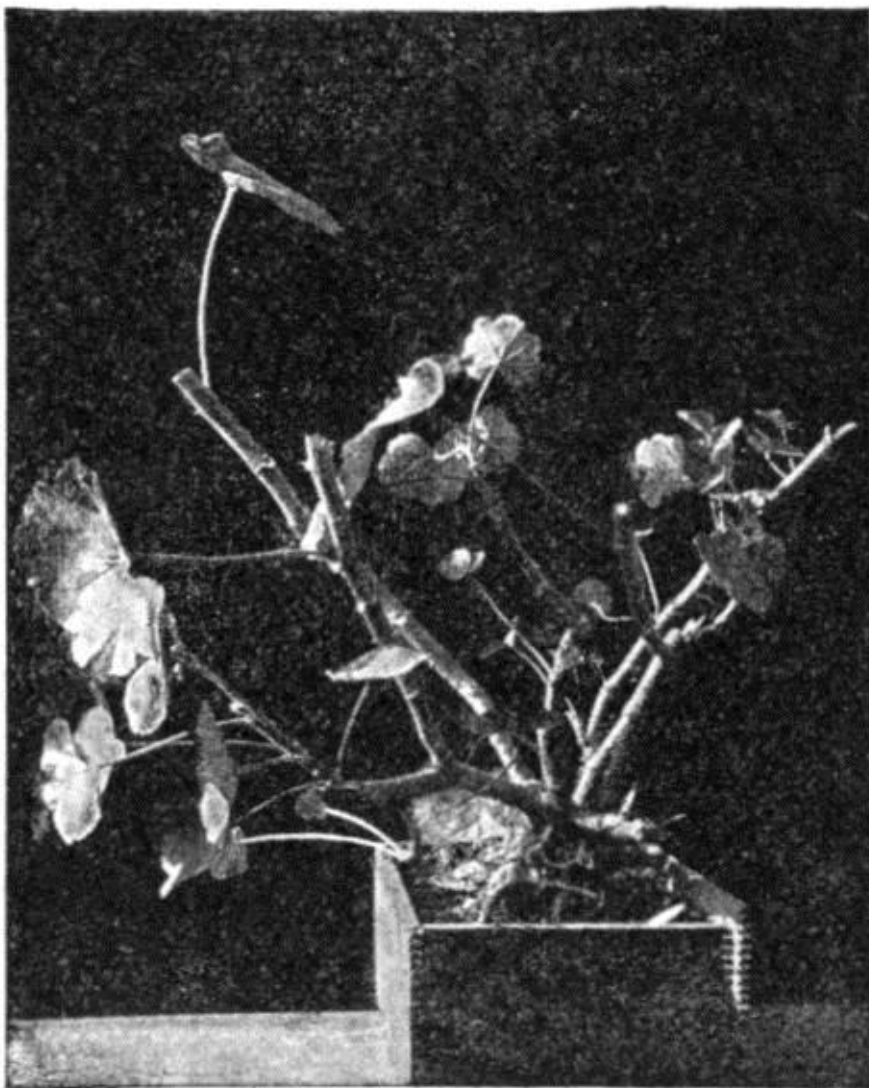


Рис. 162. Старое растение герани обрезано, чтобы оно дало побеги, из которых можно сделать черенки.

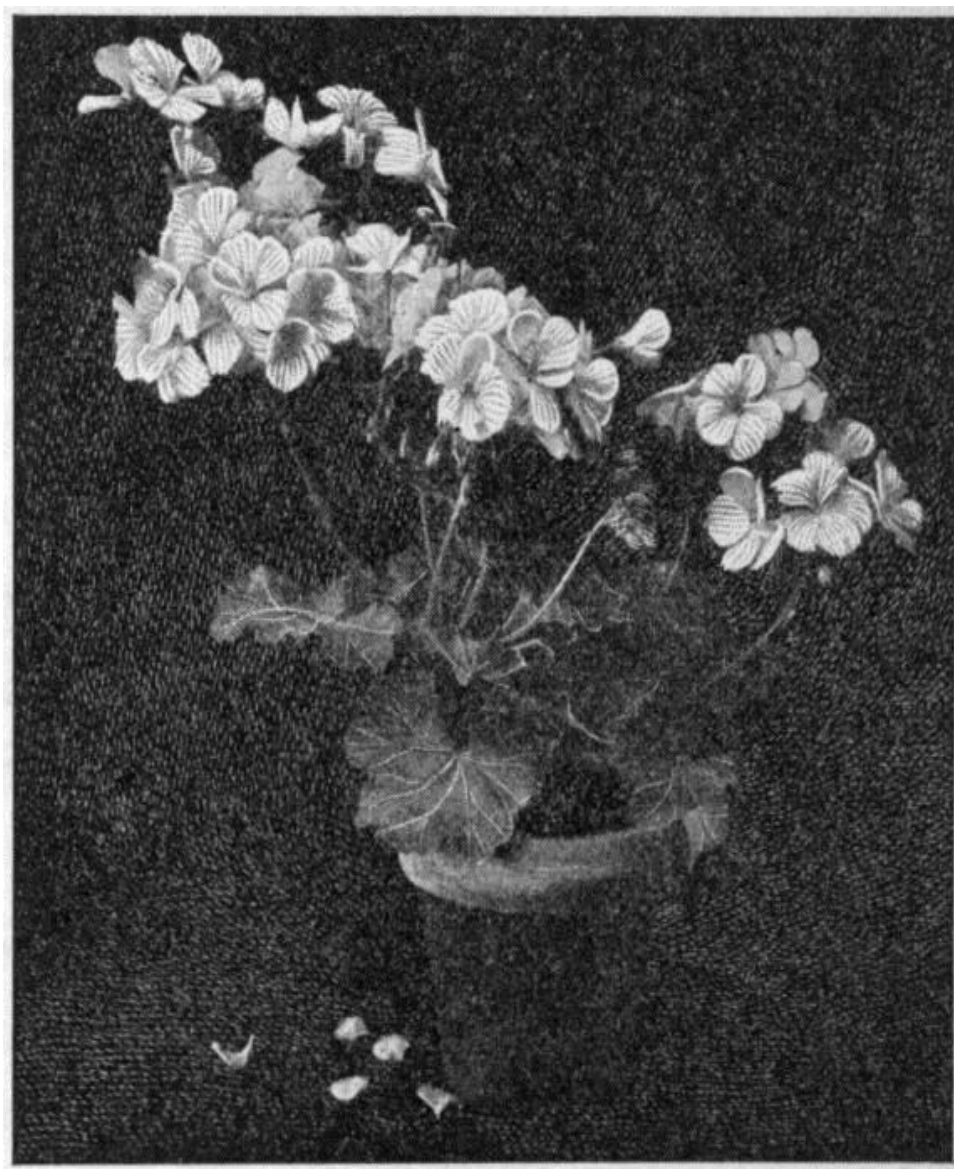


Рис. 163. — ГЕРАНЬ РАННЕЙ ЗИМЫ, полученная из весеннего черенка.

Черенки из твердой древесины. Лучшие результаты с черенками из зрелой древесины достигаются, когда черенки берутся осенью, а затем до весны хранятся в песке в погребе. Эти черенки обычно имеют длину от шести до десяти дюймов. Они не бездействуют, пока находятся в покое. Нижний конец огрубевает или заживает, и корни образуются легче, когда черенки высаживаются весной. Но если подходящий сезон уже прошел, можно взять черенки в любое время зимой, посадить их в глубокий ящик на подоконнике и наблюдать. Им не потребуется затенение или особый уход. Виноград, смородина, крыжовник, ива и тополь легко укореняются из твердой древесины. На [рис. 164](#) показан черенок смородины. У него только один почек над землей.



Рис. 164. Черенок смородины.

Прививка. Когда черенки вставляются не в почву, а в растение, это называется *прививкой*, и прививка может прижиться. В этом случае черенки быстро срастаются с другим растением, и два растения становятся одним. Когда черенки вставляются в растение, они больше не называются черенками, а **привоем**, а растение, в которое они вставляются, называется **подвоем**. Плодовые деревья прививают для того, чтобы сохранить определенный сорт или вид, например, сорт яблок Болдуин или Бен Дэвис, груши Секкель или Бартлетт, апельсины Навел или Св. Михаил.

Растения имеют предпочтения в отношении подвоев, на которых они будут расти, но мы можем узнать, какой у них выбор, только путем эксперимента. Груша хорошо растет на айве, но айва не растет на груше. Груша растет на некоторых видах боярышника, но она не хочет расти на яблоне. Томаты растут на картофеле, а картофель — на томатах. Когда

картофель является корнем, могут быть получены как помидоры, так и картофель (), хотя урожай будет очень небольшим; когда помидор является корнем, ни картофеля, ни помидоры не будут получены. Каштан растет на некоторых видах дуба. В общем, один вид или сорт прививается на тот же вид, например, яблоко на яблоко, груша на грушу, апельсин на апельсин.

Формирующаяся, растущая ткань стебля (на растениях, о которых мы говорили) — это камбий (гл. X), расположенный снаружи древесного цилиндра под корой. Для того чтобы произошло соединение, камбий привоя и подвоя должны соединиться. Поэтому привой устанавливается в боковой части подвоя. Существует много способов формирования привоя и подготовки подвоя к его приему. Эти способы в значительной степени определяются относительными размерами привоя и подвоя, хотя многие из них зависят от личных предпочтений. Существует два основных принципа: обеспечение тесного контакта между камбием привоя и подвоя; покрытие поврежденных поверхностей для предотвращения испарения и защиты частей от болезней.

На крупных подвоях наиболее распространенной формой прививки является **щелевая прививка**. Подвой обрезается и расщепляется, а в одну или обе стороны плотно вставляется клиновидный привой. [На рис. 165](#) показан привой; [на рис. 166](#) — привои, установленные в подвой; [на рис. 167](#) — подвой, покрытый воском. Видно, что нижний почек, расположенный в клине, покрыт воском, но, находясь ближе всего к источнику питания и наименее подверженный воздействию погодных условий, он имеет наибольшие шансы на рост: он прорастет через воск.

Прививка разщеплением практикуется весной, когда начинается рост. Черенки срезают заранее, когда они находятся в состоянии полного покоя, с дерева, которое необходимо размножить. Черенки хранят в песке или мхе в погребе. Прививкой разщеплением можно прививать ветви различных размеров — от полудюйма до четырех дюймов в диаметре, но наиболее удобным размером является диаметр от одного до полутора дюймов. Все ведущие или основные ветви верхушки дерева могут быть привиты. Если остальные части верхушки постепенно обрезать, а черенки хорошо растут, то вся верхушка будет заменена на новый сорт.



Рис. 165. Черенок яблони.

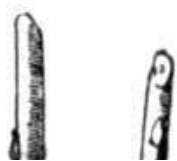


Рис. 166. Вставленный цион.



Рис. 167. — Части, покрытые воском.

Другой вид прививки известен почковый глазок, который вставля мягким материалом, таким как кор — коммерческое пальмовое волокн или *отслаивается* (чтобы можно б для роста. Обычно окулирование п почки хорошо сформированы; или зимой. При обычном летнем окули привой образует соединение с поде весны, как если бы она все еще нах *находился* на своей собственной ветке. Окулирование в основном ограничивается молодыми деревьями в питомнике. Весной после прививки подвой обрезается чуть выше почки, так что только побег из почки растет, чтобы стать будущим деревом. Эта распространенная форма прививки (щитовидная прививка) показана на [рис. 168](#).

В этом случае используется один и надежно закрепляется (без воска) *лентой*, пряжа или рафия (последнее *используется, когда кора подвоя скользит* , и когда глазок достаточно созрел *рано* или в начале осени, когда зимние *погоды* ить весной с почками, срезанными *обычным способом*) «почка» или *сидит в состоянии покоя до следующей*

В этом случае используется один и надежно закрепляется (без воска) лентой, пряжа или рафия (последнее используется, когда кора подвоя скользит , и когда глазок достаточно созрел рано или в начале осени, когда зимние погоды ить весной с почками, срезанными обычным способом) «почка» или сидит в состоянии покоя до следующей

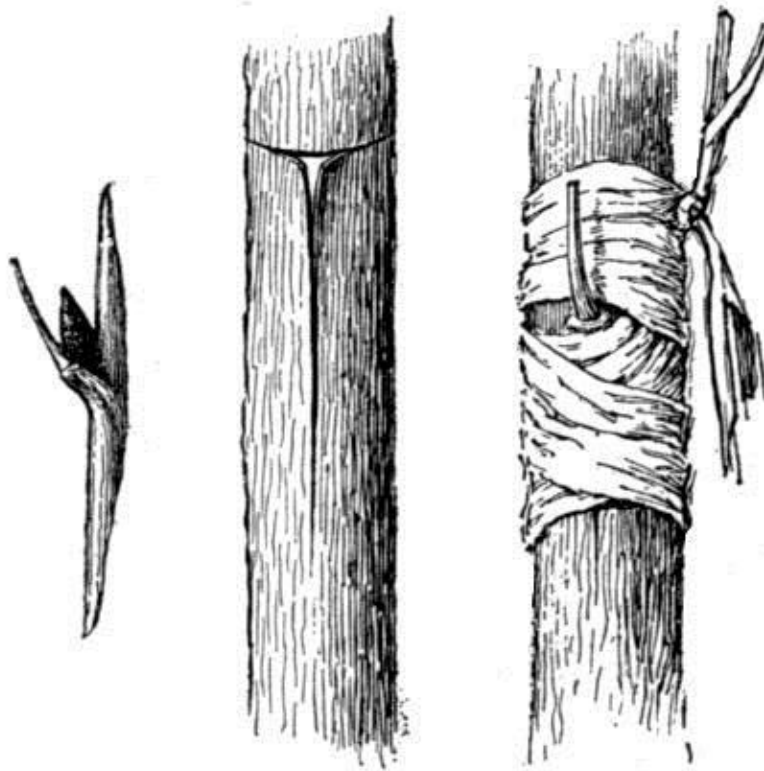


Рис. 168. Почки. «Почка»; отверстие для ее приема; привязанная почка.

Предложения. — **128.** Назовите растения, которые садовник размножает с помощью черенков. **129.** С помощью привоев. **130.** Ящик для черенков можно поставить на окно. Если ящик не получает прямых солнечных лучей, его можно накрыть стеклом, чтобы предотвратить испарение. Следите за тем, чтобы воздух не был слишком скудным, иначе грибки могут поразить черенки, и они сгниют на поверхности земли. Следите за тем, чтобы стекло было немного приподнято с одного конца для обеспечения вентиляции; и если вода собирается каплями на нижней стороне стекла, снимите стекло на некоторое время. **131.** Воск для прививки изготавливается из пчелиного воска, смолы и жира. Хороший рецепт: одна часть (например, один фунт) топленого жира, две части пчелиного воска, четыре части канифоли; растопить все вместе в чайнике; вылить жидкость в ведро или ванну с водой, чтобы она затвердела; работать руками, пока она не приобретет цвет и «зернистость» ириски, при необходимости смазывая руки жиром. Воск может храниться в течение любого времени. Для небольших прививок, которые может делать любой ученик, лучше купить воск у семеновода. **132.** Прививка вряд ли может быть рекомендована в качестве общешкольного развлечения, как это делается с черенкованием; и описание этого процесса в данной главе включено в основном для удовлетворения общего интереса к данной теме. **133.** В [главе V](#) мы дали определение поколения растений: что такое «одно поколение» привитого фруктового дерева, такого как груша Ле Конте, яблоня Болдуин или Бен Дэвис? **134.** Персик Элберта появился около 1880 года: что означает «появился»? **135.** Как размножается виноград, чтобы он соответствовал своему названию (объясните, что означает «соответствовать»)? Смородина? Клубника? Малина? Ежевика? Персик? Груша? Апельсин? Инжир? Слива? Вишня? Яблоко? Каштан? Пекан?

ГЛАВА XVII

КАК РАСТЕНИЯ ПОДНИМАЮТСЯ

Мы обнаружили, что растения борются за место, где они могут жить. Некоторые из них приспособляются расти в тени леса, другие — расти на других растениях, как эпифиты, третьи — *подниматься к свету*. Посмотрите, как лесные виноградные лозы и другие лесные вьющиеся растения расправляют свою листву на самой верхушке лесных деревьев, в то время как их длинные гибкие стволы могут быть голыми.

Существует несколько способов, с помощью которых растения взбираются, но большинство вьющихся растений можно разделить на четыре группы: (1) **ползучие**, (2) **корневые**, (3) **усиковые**, (4) **вьющиеся**.

Вьющиеся растения. Некоторые растения поднимаются к свету и воздуху, *опираясь своими длинными и слабыми стеблями на верхушки кустов и быстрорастущих трав*. Их стебли могут частично подниматься благодаря растущим веткам растений, на которые они опираются. Такие растения называются вьющимися. Обычно они снабжены шипами или щетинками. В большинстве заросших сорняками болотных зарослях можно найти вьющиеся растения. Бриары, некоторые розы, подмаренник или галиум, горько-сладкий (*Solanum Dulcamara*, не *Celastrus*), слезливые полигонумы и другие растения являются известными примерами вьющихся растений.

Корневые вьющиеся растения. Некоторые растения вьются с помощью *настоящих корней*. Эти корни ищут темные места и поэтому проникают в щели в стенах и коре. Хорошо известным примером является трубчатая лиана ([рис. 36](#)). Еще одним примером является настоящий или английский плющ, который часто выращивают для покрытия зданий. Еще одним примером является ядовитый плющ. Корни отличаются от стеблевых усиков () своим *нерегулярным или неопределенным положением*, а также способом роста.

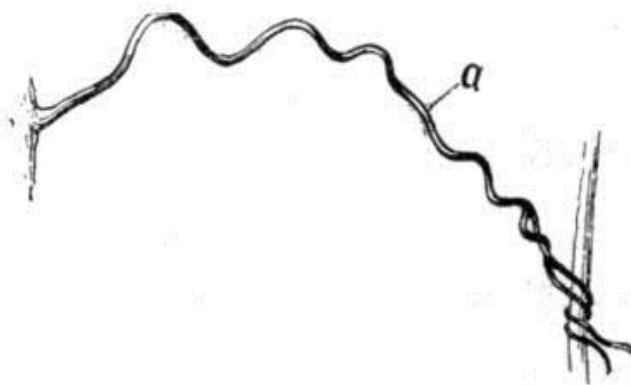


Рис. 169. Усик, показывающий, где происходит изменение спирали.

Усики вьющихся растений. — Тонкая спиралевидная часть, служащая для удержания вьющегося растения на опоре, называется **усиком**. Свободный конец колеблется или изгибается, пока не коснется какого-либо предмета, после чего прикрепляется к нему, а затем спиралевидно обвивается *вокруг него и притягивает растение к опоре*. Пружинистость спирали также *позволяет* растению *двигаться под воздействием ветра*, благодаря чему оно может удерживаться на опоре. Медленно потяните хорошо созревшую усик с опоры и обратите внимание, как крепко она держится. Понаблюдайте за усиками во время урагана. Обычно усик прикрепляется к опоре, *обвиваясь вокруг нее*, но виргинский

плющ и бостонский плющ ([рис. 170](#)) прикрепляются к стенам с помощью *дисков* на концах усиков.

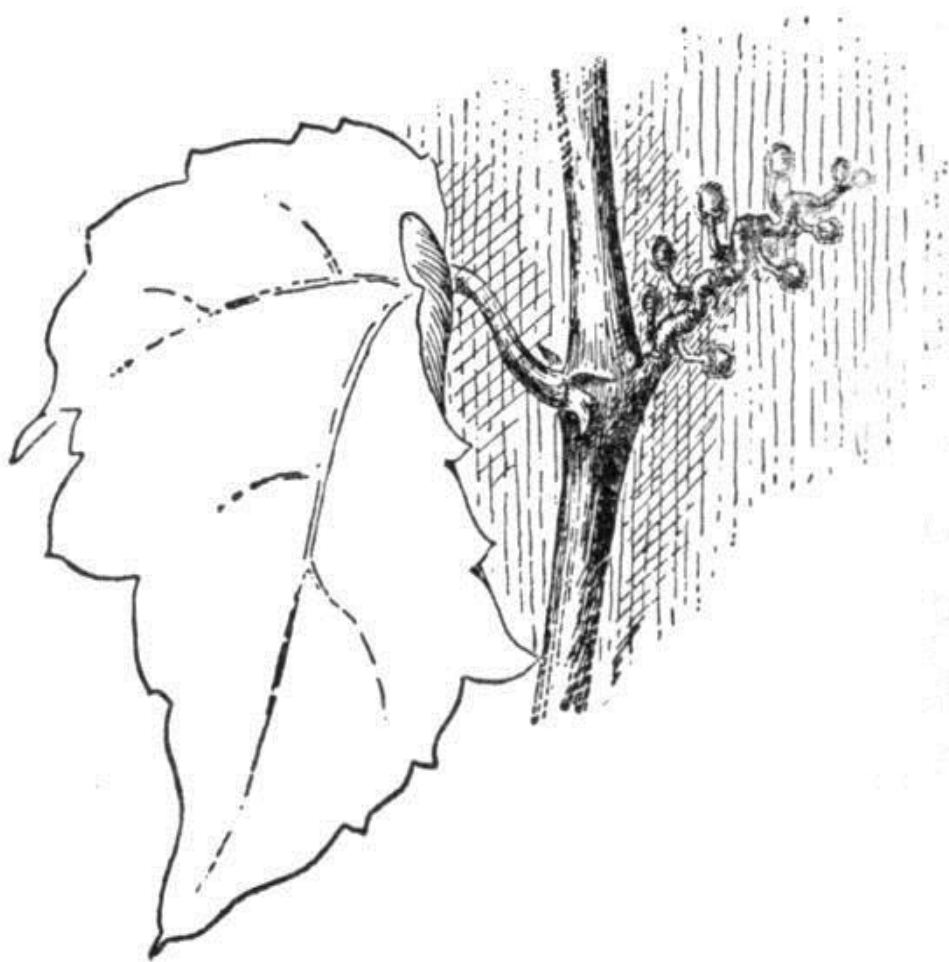


Рис. 170. Усик бостонского плюща.

Поскольку оба конца усика закреплены, когда он находит опору, скручивание будет иметь тенденцию скручивать его пополам. Однако можно заметить, что усик *скручивается в разных направлениях* в разных частях своей длины. На [рис. 169](#), где показан старый и вытянутый усик, изменение направления скручивания произошло в *точке а*. В длинных усиках огурцов и дынь может быть несколько изменений направления.

Усики могут представлять собой либо *ветви*, либо *листья*. У винограда американского () и винограда они являются ветвями; они расположены напротив листьев в положении плодовых гроздей, и иногда одна ветвь плодового гроздя является усиком. Поэтому эти усики гомологичны плодовым гроздьям, а плодовые грозди являются ветвями.

У некоторых растений усики являются *листочками* ([гл. XI](#)). Примерами являются сладкий горошек и обычный садовый горошек. На [рис. 171](#) обратите внимание на лист с двумя большими прилистниками, черешком, шестью нормальными листочками и двумя или тремя парами усиков листочков и концевым усиком листочка. Кобея, обычное садовое вьющееся растение, имеет похожее расположение. В некоторых случаях усики являются *прилистниками*, как, вероятно, у зеленых кустарников (смилакс).

Черенок или средняя жилка могут действовать как усик, как у различных видов клематиса. На [рис. 172](#), обычном диком клематисе или «старческой лозе», виден этот способ.



Рис. 171. Листья гороха — очень большие прилистники, противоположные листочки и листочки, представленные усиками.

Вьющиеся растения — все растение или побег могут обвиваться вокруг опоры. Такое растение является вьющимся. Примерами являются фасоль, хмель, ипомея, лунный цветок, ложный горько-сладкий или восковой (*Celastrus*), некоторые жимолости, глициния, трубка голландца, арахис. Свободный конец вьющейся ветви *изгибается*, как усик, пока не найдет опору или не станет старым и жестким.

Каждый вид растений обычно витится *только в одном направлении*. Большинство растений витится против солнца или от левой стороны наблюдателя через его переднюю часть к правой, когда он стоит лицом к растению. Примерами являются фасоль, ипомея. Хмель витится от правой стороны наблюдателя к левой, или по часовой стрелке.



Рис. 172. Клематис, вьющийся с помощью листового усика.

Предложения. — **136.** Попросите ученика наблюдать за поведением любого растения, имеющего усики на разных стадиях зрелости. Одним из лучших вариантов является сильное растение огурца. Чуть дальше от кончика молодого прямого усика установите колышек, чтобы сравнить его положение. Обратите внимание, меняет ли усик свое положение от часа к часу или от дня к дню. **137.** Является ли кончик усика идеально прямым? Почему? Установите небольшой колышек на конце сильного прямого усика, чтобы усик как раз до него дотягивался. Наблюдайте и сделайте рисунок. **138.** Если усик не находит опоры, что он делает? **139.** Чтобы проверить движение свободного усика, нарисуйте по его длине чернильную линию и обратите внимание, остается ли линия всегда на вогнутой или выпуклой стороне. **140.** Назовите известные вам растения, имеющие усики. **141.** Проведите аналогичные наблюдения и эксперименты на кончиках вьющихся стеблей. **142.**

Какие вьющиеся растения вы знаете и как они вьются? **143.** Как любое растение, которое вы знаете, поднимается вверх в мире ? **144.** Содержит ли стебель вьющегося растения больше или меньше вещества (веса), чем прямостоячий самоподдерживающийся стебель той же высоты? Объясните.

ГЛАВА XVIII

ЦВЕТОК — ЕГО ЧАСТИ И ФОРМЫ

Функция цветка — *производить семена*. Вероятно, что все его разнообразные формы и цвета способствуют достижению этой высшей цели. Эти формы и цвета радуют человеческое воображение и добавляют радости жизни, но цветок существует для блага растения, а не для блага человека. Части цветка делятся на два основных типа: те, которые непосредственно участвуют в *производстве семян*, и те, которые служат в качестве *покрывающих и защитных органов*. Первые части известны как **основные органы**, вторые — как **цветочные оболочки**.

Оболочки. Цветочные оболочки обычно очень похожи на листья. Эти оболочки очень часто бывают двух типов — *наружные* и *внутренние*. Наружные оболочки, известные как **чашечка**, обычно меньше по размеру и имеют зеленый цвет. Они обычно составляют внешнюю оболочку цветочного бутона. Чашечка — это самый нижний виток на [рис. 173](#).



Рис. 173. — Цветок лютика в разрезе.

Внутренняя серия, известная как **венчик**, обычно окрашена и имеет более особую или нерегулярную форму, чем чашечка. Как правило, это самая яркая часть цветка. Венчик — это второй или большой круг на [рис. 173](#).

Чашечка может состоять из нескольких листьев. Каждый лист является **чашелистиком**. Если она цельная, она может быть лопастной или разделенной, и в этом случае деления называются **чашечными лопастями**.

Точно так же венчик может состоять из **лепестков** или быть цельным и иметь различные лопасти. Цельный чашелистик, независимо от глубины лопастей, является **гамосепальным**. Цельный венчик является **гамопетальным**. Когда эти ряды состоят из отдельных частей, как на [рис. 173](#), цветок называется **многосепальным** и **многолепестковым**. Иногда обе серии состоят из отдельных частей, а иногда только одна из них имеет такую форму.

Цветочные оболочки гомологичны листьям. Чашелистики и лепестки, по крайней мере, когда их более трех или пяти, расположены в более чем одном круге, и один круг находится ниже другого, так что части перекрывают друг друга. Они расположены на расширенном или утолщенном конце цветочного стебля; этот конец называется **торусом**. На [рис. 173](#) все части видны как прикрепленные к торусу. Эта часть иногда называется *рецептакулом*, но это слово является общеупотребительным термином, имеющим несколько значений, тогда как торус не имеет других значений. Иногда одна часть прикреплена к другой, как у фуксии ([рис. 174](#)), у которой лепестки расположены на чашечной трубке.

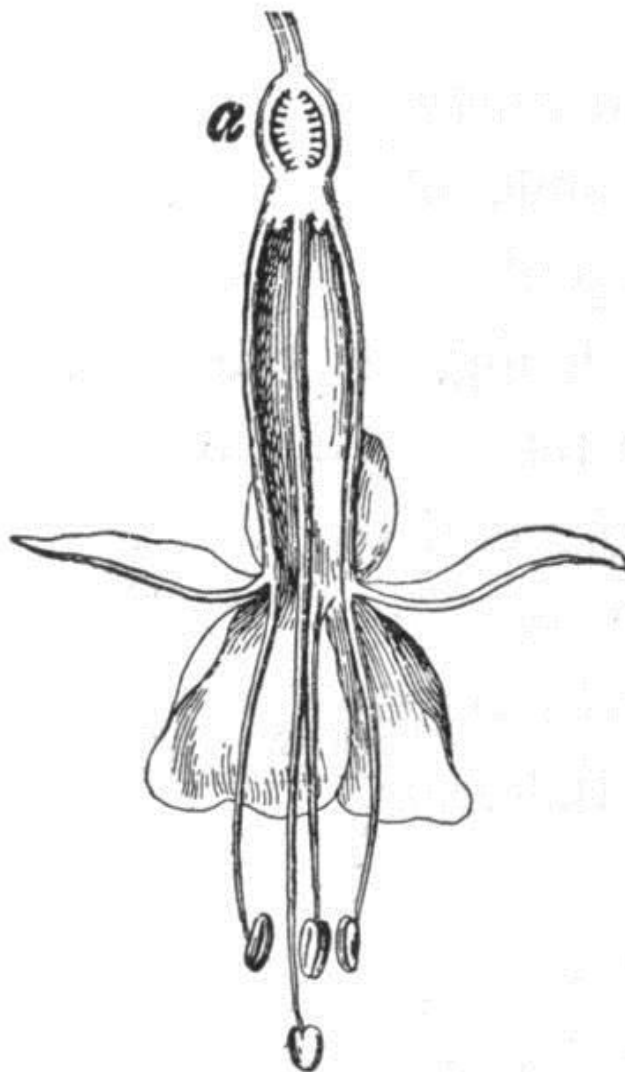


Рис. 174. — Цветок фуксии в разрезе.

Поддерживающие части. Иногда *прямо под чашечкой* находятся *листоподобные части*, похожие на вторую чашечку. Такие части есть у цветка гвоздики. Эти части называются **прицветниками** (прицветники — это маленькие специализированные листья); они образуют **околоцветник**. Необходимо быть осторожными, чтобы не перепутать их с настоящими частями цветка. Иногда прицветники бывают большими и похожими на лепестки, как у больших белых цветов кизила (): здесь настоящие цветки многочисленные, мелкие и зеленоватые, образующие небольшую кисть в центре.

Основные органы. Основные органы делятся на две серии. Внешняя серия состоит из **тычинок**. Внутренняя серия состоит из **пестиков**.

Тычинки несут **пыльцу**, которая состоит из зерен или спор, каждая из которых обычно представляет собой одну растительную клетку. Тычинка состоит из двух частей, как легко видно на [рис. 173, 174](#), — увеличенной концевой части или **пыльники** и стебля или **нити**. Нить часто бывает настолько короткой, что кажется отсутствующей, и тогда пыльник называют *сидячим*. Пыльник несет пыльцевые споры. Он состоит из двух или четырех частей (известных как спорангии или споровые камеры), которые лопаются и выбрасывают пыльцу. *Когда пыльца рассыпается, тычинка умирает.*

Пестик состоит из трех частей: нижней, или семяносной, которая является **завязью**; **рыльца** на верхнем конце, которое представляет собой уплощенную или расширенную поверхность, обычно шероховатую или липкую; стебельчатой части или **столбика**, соединяющего завязь и рыльце. Иногда столбик, по-видимому, отсутствует, и рыльце

считается сидячим на завязи. Эти части показаны на фуксии ([рис. 174](#)). Завязь или семенной коробка находится в точке а. Длинный столбик с большим рыльцем выступает из цветка. См. также [рис. 175](#) и [176](#).

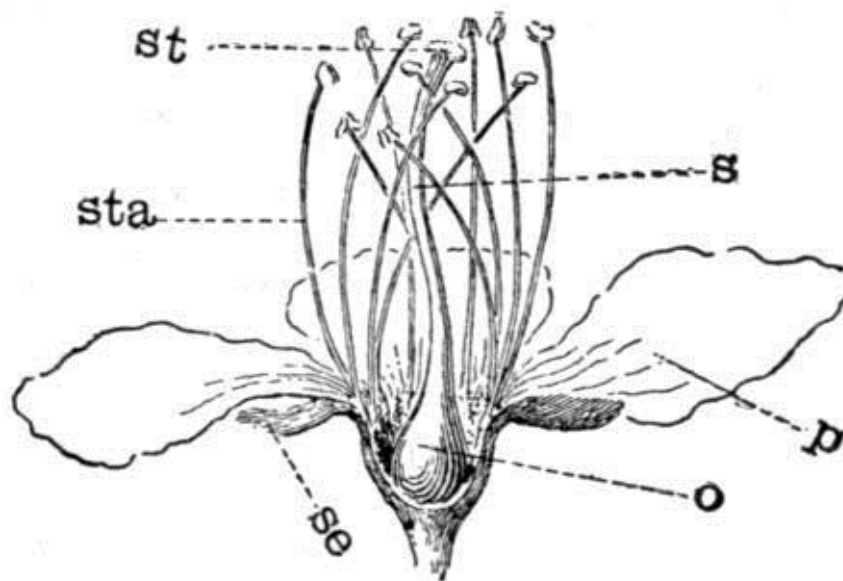


Рис. 175. СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА СЛИВЫ.

se — чашелистики; *p* — лепестки; *sta* — тычинки; *o* — завязь; *s* — столбик; *st* — рыльце. Пестик состоит из завязи, столбика и рыльца. Он содержит семенную часть. Тычинки заканчиваются пыльниками, в которых находится пыльца. Завязь (*o*) созревает в плод.

Тычинки и пестики, вероятно, гомологичны листьям. Иногда считается, что пестик в древности представлял собой лист, свернутый в трубочку (), а пыльник — лист, края которого были загнуты к средней жилке.

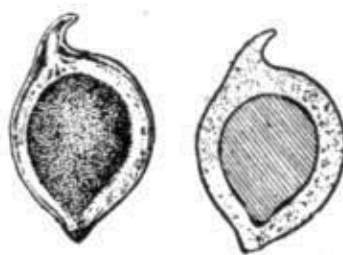
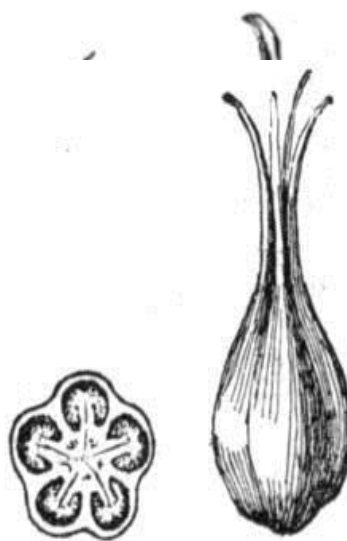


Рис. 176. Простые пестики лютика, один в продольном разрезе.

Пестик может состоять из *одной части или отделения, или из многих частей*. Различные единицы или части, из которых он состоит, называются **плодолистиками**. Каждая плодолистик гомологична листу. Каждая плодолистик несет одно или несколько семян. Пестик из одной плодолистик является **простым**; из двух или более плодолистиков — **сложным**. Обычно строение пестика можно определить, разрезав его по горизонтали по нижней или семяносной части, как показано на [рис. 177, 178](#). Цветок может содержать простой пестик (один плодолистик), как у гороха ([рис. 177](#)); *несколько простых пестиков* (несколько отдельных плодолистиков), как у лютика ([рис. 176](#)); или *сложный пестик* с соединенными плодолистиками, как у зверобоя ([рис. 178](#)) и яблока. Сколько плодолистиков в яблоке? В персике? В стручке бабии? В стручке фасоли? Семенная полость в каждом плодолистике называется **гнездом** (лат. *locus*, место). В этих гнездах *находятся семена*.

Рис. 177. Пестик садового гороха, тычинки
отделение (ср. [рис. 188](#)).



се разрез, показывающий единственное

рис. 178. — Сложный пестик зверобоя. Он имеет 5 плодолистиков.

Строение цветка. Цветок, имеющий чашечку, венчик, тычинки и пестики, называется **полным** ([рис. 173](#)); все остальные — **неполными**. У некоторых цветов отсутствуют обе оболочки: такие цветы называются **голыми**. Когда отсутствует одна из оболочек, оставшаяся оболочка называется чашечкой, и такой цветок считается **беслепестковым** (без лепестков). Примерами являются спорыш обыкновенный (, [рис. 179](#)), горчица, гречиха, вяз.



Рис. 179. — Спорыш, очень распространенное, но незаметное растение, растущее вдоль твердых дорожек и дорог.

Справа показаны два увеличенных цветка. Эти цветки очень маленькие и расположены в пазухах листьев.

У некоторых цветов нет пестиков: они являются **тычиночными**, независимо от того, есть ли у них оболочка или нет. Другие не имеют тычинок: это **пестичные цветы**. Третьи не имеют ни тычинок, ни пестиков: это **стерильные цветы** (снежная шайба и гортензия). Те, которые имеют и тычинки, и пестики, являются **совершенными**, независимо от того, есть ли у них оболочка. Те, у которых отсутствуют либо тычинки, либо пестики, являются **несовершенными** или **диклиновыми**. Тычиночные и пестичные цветы являются несовершенными или диклиновыми.



Рис. 180. — Тычиночные сережки дуба. Пестичные цветки находятся в пазухах листьев и не показаны на этом рисунке.

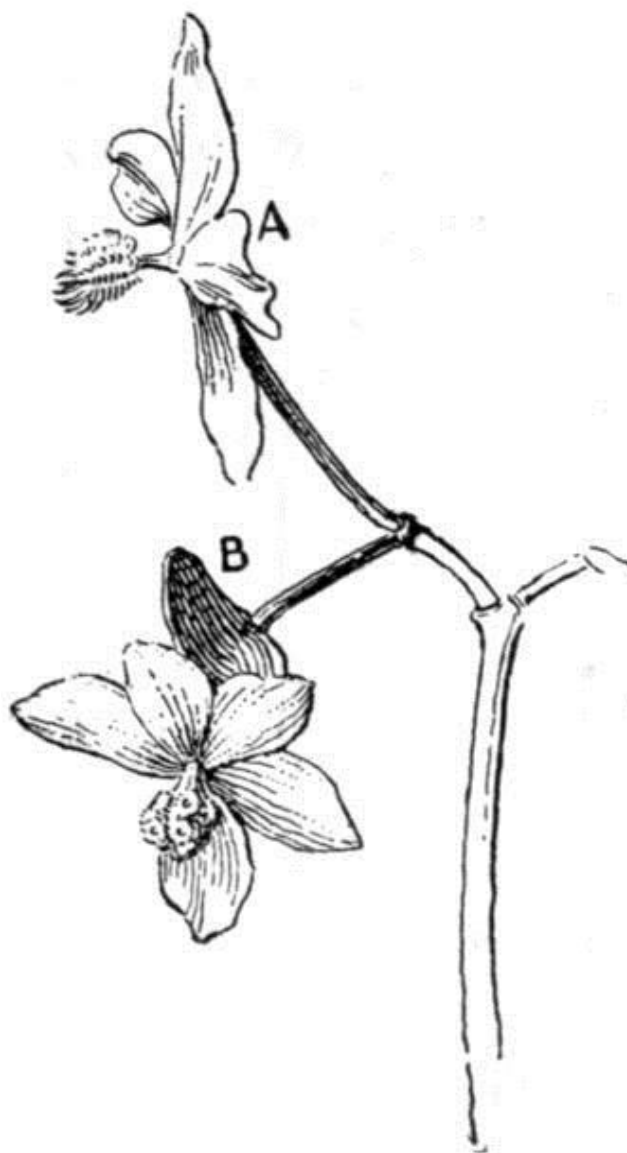


Рис. 181. Цветки бегонии.

Мужские — в точке A; женские — ниже, с крылатым завязом в точке B.

Когда тычиночные и пестичные цветы находятся на одном растении, *например*, дуб ([рис. 180](#)), кукуруза, бук, каштан, орешник, грецкий орех, гикори, сосна, бегония ([рис. 181](#)), арбуз, тыква (), тыква, растение является **однодомным** («в одном доме»). Когда они находятся на разных растениях, *например*, тополь, тополь американский, bois d'arc, ива ([рис. 182](#)), растение является **двудомным** («в двух домах»). Некоторые сорта клубники, винограда и шелковицы являются частично двудомными. Является ли роза однодомной или двудомной?



Рис. 182. — Соцветия ивы.

Мужской цветок показан на *s*, а женский — на *p*. Мужские и женские цветы находятся на разных растениях.

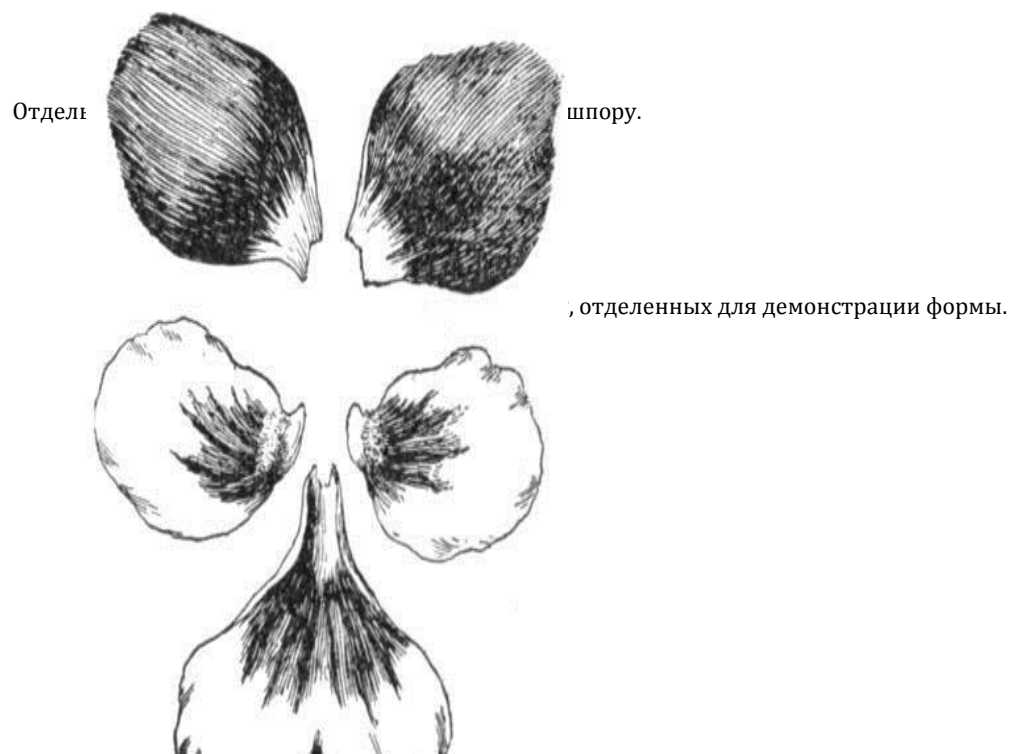




Рис. 185. Цветок кошачьей мяты.

Цветы, в которых части каждой серии одинаковы, называются **правильными** (как на [рис. 173, 174, 175](#)). Те, в которых некоторые части отличаются от других частей той же серии, являются **неправильными**. Их регулярность может проявляться в чашечке, как у настурции ([рис. 183](#)); в венчике ([рис. 184, 185](#)); в тычинках (сравните настурцию, кошачью мяту, [рис. 185](#), шалфей); в пестиках. Нерегулярность чаще всего встречается в венчике.

Различные формы венчика. Венчик часто принимает очень четкие или отчетливые формы, особенно когда он гамопетальный. Она может иметь длинную трубку с широко раскрывающимся краем, когда ее называют **воронкообразной**, как у ипомеи и тыквы. Если трубка очень узкая, а край расположен под прямым углом к ней, венчик является **блюдцеобразным**, как у флокса. Если трубка очень короткая, а край широко раскрывающийся и почти круглый по очертанию, венчик является **ротационным** или **колесообразным**, как у картофеля.

Гамопетальный венчик или гамосепальный чашечка часто расщеплены таким образом, что образуют две заметные части. Такие части называются **губчатыми** или **губчатыми**. Каждая из губ или лопастей может быть зазубрена или зубчатая. У пятичленных цветков нижняя губа обычно трехлопастная, а верхняя — двулопастная. Губчатые цветки характерны для семейства мяты ([рис. 185](#)), поэтому семейство называется Labiatae. (Буквально «губчатый» означает просто «губчатый», без указания количества губ или лопастей, но обычно используется для обозначения двухгубых цветов). Сильно двучастные многолепестковые цветы можно назвать губчатыми, но этот термин чаще всего используется для обозначения гамопетальных венчиков.

Губчатые гамопетальные цветки, закрытые в горле (или входе в трубку), называются улыбающимися или **персонированными** (персонированный означает «замаскированный» или «похожий на человека»). Типичным примером является львиный зев, а также льнянка или масло-яйцо ([рис. 186](#)) и многие родственные растения. Лицевидные цветы обычно имеют определенную связь с опылением насекомыми. Посмотрите, как насекомое вставляет голову в закрытое горло льнянки.

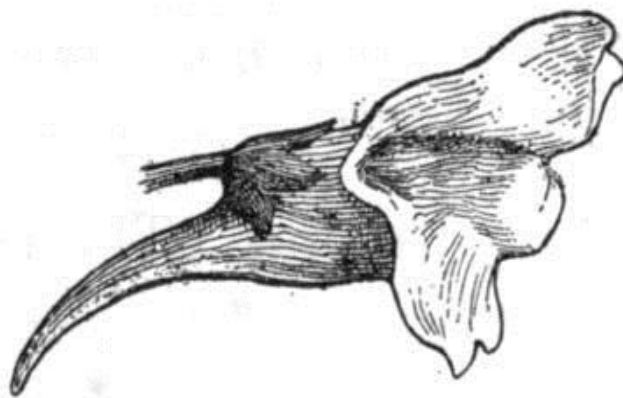


Рис. 186. — Лицеобразный цветок льянки.

Особенности цветков семейства бобовых объясняются на [рис. 187, 188](#).



Рис. 187. Цветки фасоли обыкновенной, один цветок раскрыт (а), чтобы показать строение.

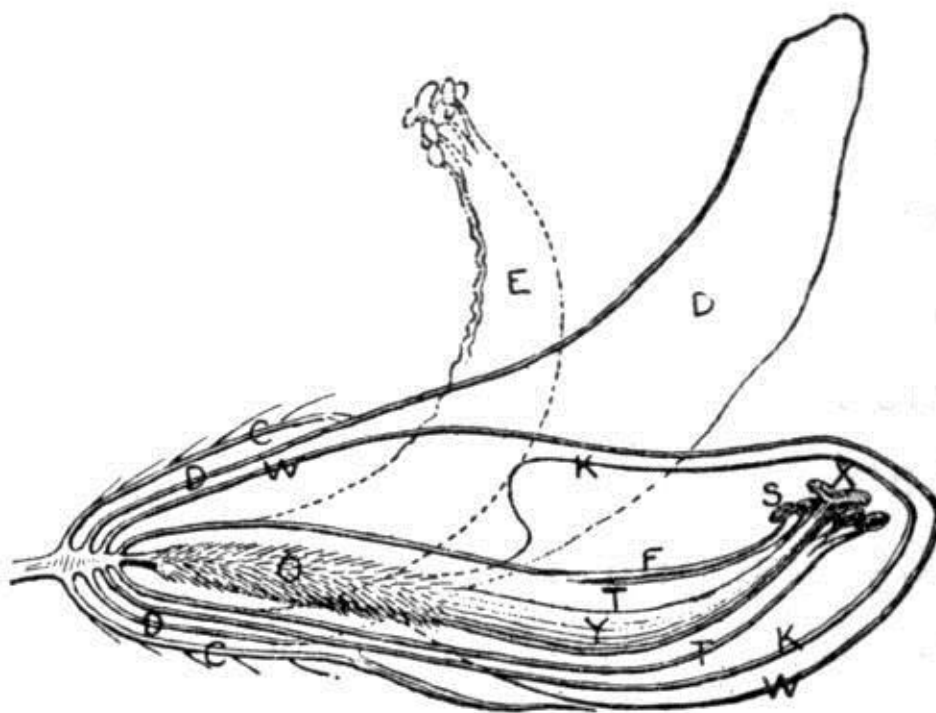


Рис. 188. — СХЕМА ЦВЕТКА ЛЮЦЕРНЫ В РАЗРЕЗЕ:

C — чашечка; *D* — флаг; *W* — крыло; *K* — киль; *T* — тычиночная трубка; *F* — нить десятой тычинки; *X* — рыльце; *Y* — столбик; *O* — завязь; пунктирные линии в точке *E* показывают положение тычиночной трубки, когда она подталкивается вверх насекомыми. Увеличено.

Цветы со спатеей. — У многих растений очень простые (часто голые) цветы собраны в плотные, более или менее мясистые колоски, которые окружены или сопровождаются листом, иногда похожим на венчик, известным как **спатея**. Колосок цветов технически называется **спадикс**. Этот тип цветка характерен для большого семейства ароидных, которое в основном встречается в тропиках. Наиболее распространенными дикими представителями на севере являются ароид, или индийская репа, и скусная капуста. У первого все цветы двудомные и голые. У скусной капусты все цветы совершенные и имеют четыре чашелистика. Обычная калла является хорошим примером этого типа соцветия.



Рис. 189. Головка подсолнечника.

Соцветия сложноцветных — головка (антодиум) или так называемый «цветок» подсолнечника ([рис. 189](#)), чертополоха, астры, одуванчика, маргаритки, хризантемы, золотарника *состоит из нескольких или многих маленьких цветков, или цветков*. Эти цветки () заключены в более или менее плотное и обычно зеленое *оболочку*. У чертополоха ([рис. 190](#)) эта оболочка колючая. Продольный разрез показывает соцветия, все прикрепленные внизу к общему торсу и плотно упакованные в оболочку. Розовые кончики этих соцветий составляют яркую часть головки.

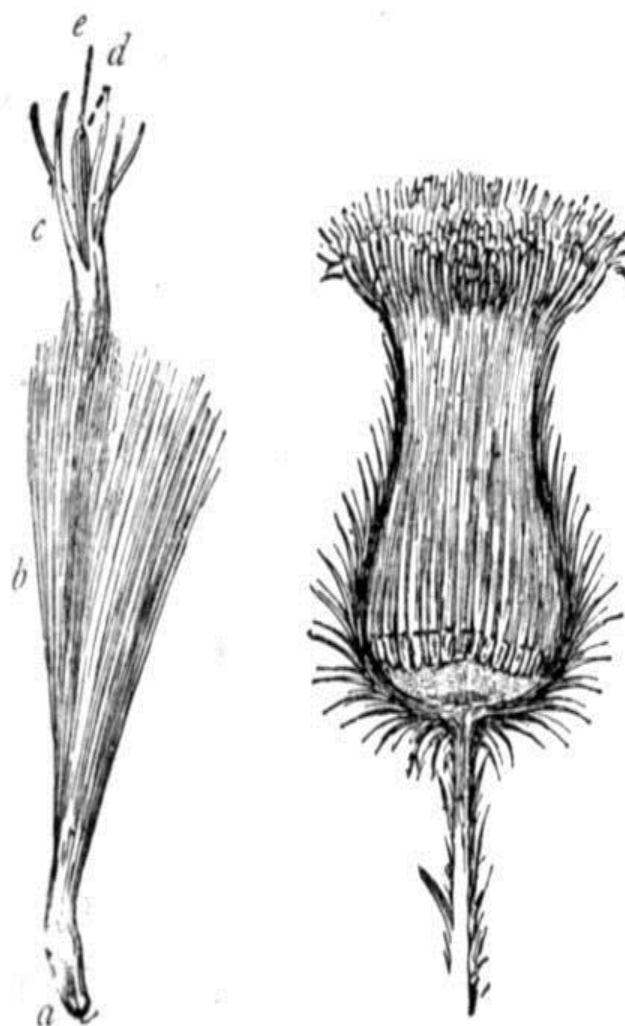


Рис. 190. Продольный разрез головки чертополоха; также соцветие чертополоха.

Каждый соцветие чертополоха ([рис. 190](#)) представляет собой полноценный цветок. В точке а находится завязь. В точке б находится сильно разделенный перистый чашелистик, известный как **хохол**. Венчик имеет длинную трубку, возвышающуюся над хохолком, и расширяется и имеет 5 лепестков в верхней части, с. Столбик выступает в точке е. Пять пыльников соединены вокруг столбика в кольцо в точке d. Такие пыльники называются **сингенетическими**. Это различные части цветков Compositæ. В некоторых случаях хохолок имеет форму зазубрин, щетинок или чешуек, а иногда его нет вовсе. Хохолок, как мы увидим позже, помогает в распространении семян. Часто цветки не все одинаковы. Венчик цветков во внешних кругах может развиваться в *длинную, лентообразную или трубчатую часть*, и тогда головка выглядит как один цветок с каймой из лепестков. К таким относятся подсолнух ([рис. 189](#)), астра, василек или ромашка и полевая маргаритка ([рис. 211](#)). Эти длинные лепестки венчика называются лучами. У некоторых культурных сложноцветных растений все цветки могут развивать **лучи**, как у георгина и хризантемы. У некоторых видов, таких как одуванчик, все цветки естественным образом имеют лучи. Сингенезисное расположение пыльников является наиболее характерной особенностью сложноцветных растений.



Рис. 191. Лепестки, возникающие из тычиночной колонны мальвы, и дополнительные лепестки в венчике.

Двойные цветы. Под воздействием культивирования и увеличения питания цветы имеют тенденцию становиться двойными. Истинное удвоение происходит двумя способами, с морфологической точки зрения: (1) *тычинки или пестики могут производить лепестки* ([рис. 191](#)); (2) *в круге лепестков могут появляться придаточные или дополнительные лепестки*. Обе эти категории могут присутствовать в одном и том же цветке. У полностью двойной мальвы лепестки, образованные из тычиночной колонны, короче и образуют розетку в центре цветка. На [рис. 192](#) показано удвоение нарцисса за счет изменения тычинок. Другие изменения цветков иногда называют удвоением. Например, двойные георгины, хризантемы и подсолнухи — это формы, в которых дисковые цветки развили лучи. Снежок — еще один случай. У дикого снежка внешние цветки соцветия крупные и стерильные. У культивируемого растения все цветки стали крупными и стерильными. Гортензия — похожий случай.

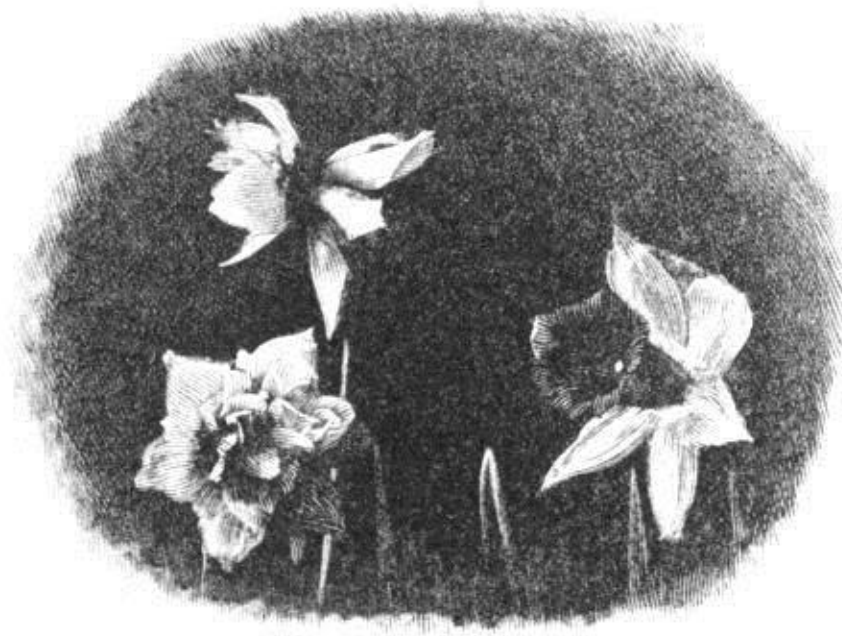


Рис. 192. Нарцисс или даффодил. Одиночный цветок справа.

Предложения. — **145.** Если ученик умело прошел эту главу, *тщательно изучая образцы*, а не просто запоминая информацию, он будет готов изучить любой цветок, который увидит, и постарается понять его. Цветы имеют бесконечное множество форм, но их можно понять, если ученик сначала обращает внимание на пыльники и завязи. Как всегда можно отличить пыльники и завязи? **146.** Отличная практика — найти цветы у растений, которые широко известны по названию, и определить основные черты их строения. Какие цветы у кукурузы? Тыквы или кабачка? Сельдерея? Капусты? Картофеля? Гороха? Помидора? Бамии? Хлопка? Ревеня? Каштана? Пшеницы? Овса? **147.** Все ли лесные деревья имеют цветы? Объясните. **148.** Назовите все однодомные растения, которые вы знаете. Двудомные. **149.** Какие растения вы знаете, которые цветут до появления листьев? Есть ли такие, которые цветут после опадения листьев? **150.** Объясните, как цветут календула, гиацинт, салат, клевер, спаржа, садовая калла, астра, робиния, лук, лопух, ландыш, крокус, рудбекия «Золотой блеск», коровий горох. **151.** Дайте определение *цветку*.

Примечание для учителя. Нельзя слишком часто повторять, что необходимо изучать *сами образцы*. Если эта глава станет просто заучиванием названий и определений, упражнение будет хуже, чем бесполезным. При правильном обучении с помощью самих цветов названия становятся просто второстепенными и частью языка ученика, а предмет вызывает живой интерес.

ГЛАВА XIX

ЦВЕТОК — ОПОДОПЛЕНИЕ И ОПЫЛЕНИЕ

Оплодотворение. Семена образуются в результате соединения двух элементов или частей. Один из этих элементов — ядро клетки пыльцевого зерна. Другой элемент — ядро яйцеклетки, находящейся в завязи. Пыльцевое зерно попадает на рыльце ([рис. 193](#)). Оно впитывает соки, выделяемые рыльцем, и растет, пуская трубку ([рис. 194](#)). Эта трубка растет вниз через столбик, поглощая питательные вещества, и в конце концов достигает яйцеклетки внутри семязачатка в завязи ([рис. 195](#)), где происходит **оплодотворение**, или соединение ядра пыльцевого зерна с ядром яйцеклетки в семязачатке. Завязь и зародыш внутри нее затем развиваются в семя. Рост пыльцевой трубки часто называют прорастанием пыльцы, но это не прорастание в том смысле, в котором это слово используется применительно к семенам.

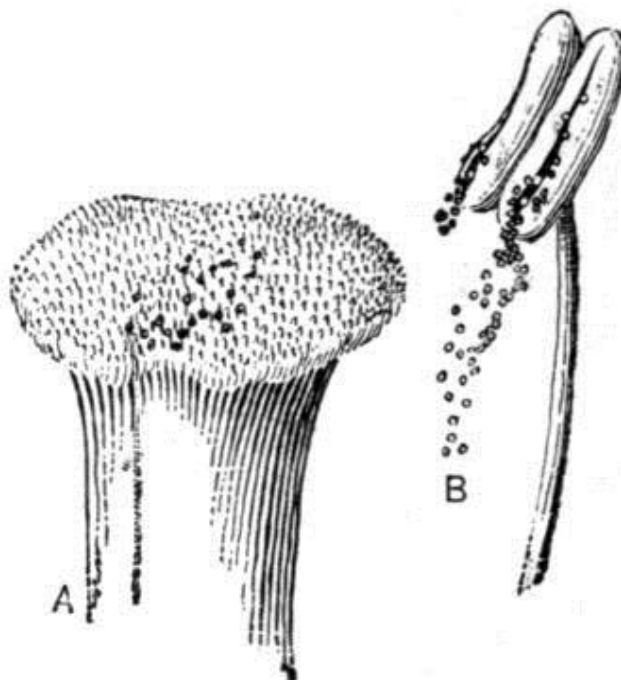


Рис. 193. — В, Пыльца, выходящая из пыльника; А, пыльца, прорастающая на рыльце. Увеличено.

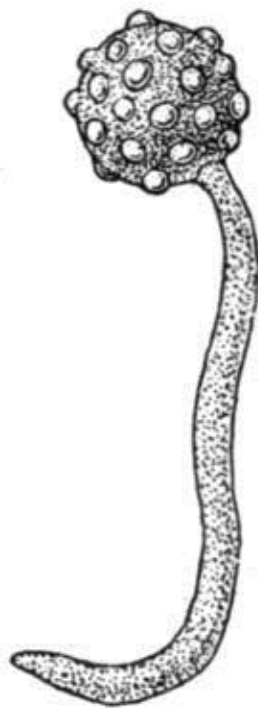


Рис. 194. — А. ПЫЛЬЦЕВОЕ ЗЕРНО И РАСТУЩАЯ ТРУБКА.

Лучшие семена, то есть те, которые дают более сильные и плодородные растения, часто получаются, когда *пыльца поступает из другого цветка*. Оплодотворение, происходящее между разными цветами, называется **перекрестным оплодотворением**; оплодотворение, происходящее в результате го нанесения пыльцы на пестики одного и того же цветка, называется **близким оплодотворением** или **самооплодотворением**. Можно заметить, что перекрестное оплодотворение может быть разной степени — между двумя цветами в одном соцветии, между цветами в разных соцветиях на одной ветке, между цветами на разных растениях. Обычно оплодотворение происходит только между растениями одного вида или рода.

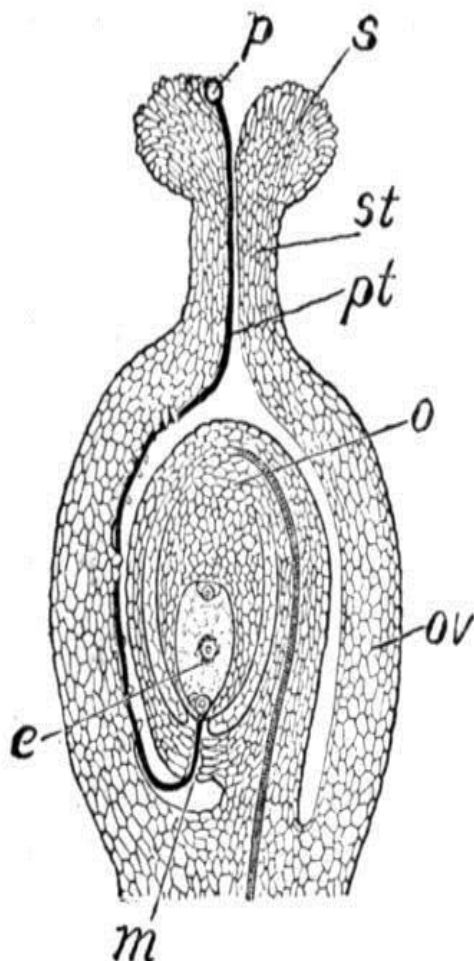


Рис. 195. — СХЕМА, ИЗОБРАЖАЮЩАЯ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ.

s — рыльце; *st* — столбик; *ov* — завязь; *o* — семязпочка; *p* — пыльцевое зерно; *pt* — пыльцевая трубка; *e* — яйцеклетка; *m* — микропиле.

Во многих случаях, когда на рыльце появляется пыльца из двух или более источников, происходит *явный отбор пыльцы*. Иногда чужеродная пыльца, если она принадлежит растению того же вида, прорастает и приводит к оплодотворению, в то время как пыльца из того же цветка действует менее быстро. Однако, если чужеродной пыльцы нет, пыльца из того же цветка может в конечном итоге выполнить ту же функцию.

Для того чтобы пыльца могла прорасти, *рыльце должно быть зрелым*. На этой стадии рыльце обычно влажное, а иногда и липкое. Зрелое рыльце считается **восприимчивым**. Рыльце может оставаться восприимчивым в течение нескольких часов или даже дней, в зависимости от вида растения, погоды и того, как быстро была получена пыльца. Наблюдайте за определенным цветком каждый день, чтобы увидеть, как открываются семязпочки и созревает рыльце. Когда происходит оплодотворение, рыльце умирает. Также обратите внимание, как быстро увядают лепестки после того, как рыльце получило пыльцу.

Опыление. Перенос пыльцы из пыльника на рыльце называется **опылением**. Пыльца может падать под собственным весом на соседнее рыльце или переноситься с цветка на цветок ветром, насекомыми или другими агентами. Может происходить **самоопыление** или **перекрестное опыление**, и, конечно, оно всегда должно предшествовать оплодотворению.

Обычно пыльца выделяется при разрыве пыльников. Наиболее распространенный способ выделения — через *щель* по обеим сторонам пыльника ([рис. 193](#)). Иногда она выделяется через *поры* на верхушке, как у азалии ([рис. 196](#)), рододендрона, голубики, зимней зелени. У некоторых растений часть стенки пыльника поднимается или опускается как *крышка*, как у

барбариса ([рис. 197](#)), синего кохоша, майского яблока. Открытие пыльника (как и семенного коробочки) называется **dehiscent** (*de*, от; *hisco*, раскрываться). Когда пыльник или семенная коробочка открываются, говорят, что они *dehiscent*.

Рис. 196. — Тычинка азалии, раскрывающаяся через кон



Рис. 197. — Ты

а с пыльником, открывающимся с помощью крышечек.

Большинство цветов устроены так, чтобы увеличить вероятность перекрестного опыления. Мы видели, что рыльце может иметь способность выбирать чужой пыльцу. Наиболее распространенным способом обеспечения перекрестного опыления является разное время созревания тычинок и пестиков в одном цветке. В большинстве случаев тычинки созревают первыми: тогда цветок является **протерандрным**. Когда пестики созревают первыми, цветок является **протерогинным**. (*Aner, andr* — греческий корень, часто используемый в словосочетаниях для обозначения тычинки, а *gune* — для обозначения пестика.) Разница во времени созревания может составлять час или два, а может быть и день. Созревание тычинок и пестиков в разное время называется **дихогамией**, а цветы с такими характеристиками называются дихогамными. У дихогамных цветов мало шансов на самоопыление. Многие цветы являются *несовершенно* дихогамными — некоторые тычинки () созревают одновременно с пестиками, так что есть вероятность самоопыления в случае, если посторонний пыльца не поступит. Даже когда рыльце получает пыльцу от собственного цветка, может произойти перекрестное оплодотворение. Мать-и-мачеха является протерандрической. На [рис. 198](#) показан недавно распустившийся цветок. Центр занимает столбик тычинок. На [рис. 199](#), где показан более старый цветок, заметны длинные рыльца.



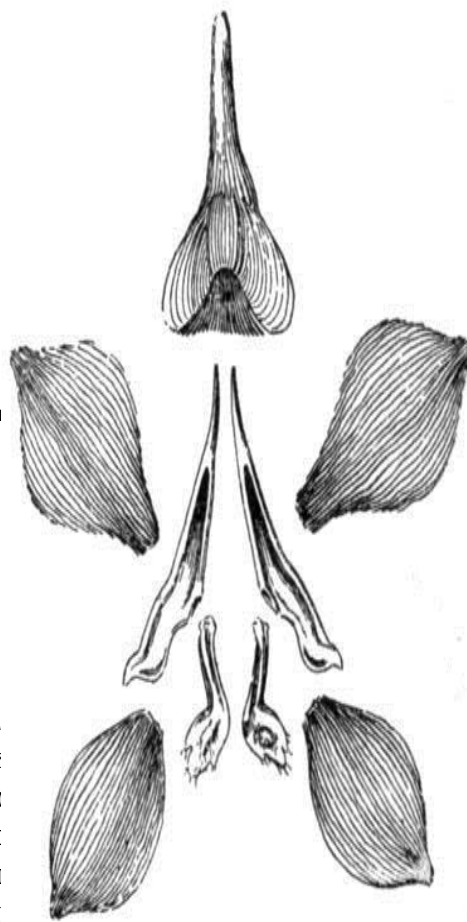
Рис. 198. Цветок мальвы; протерандрный.



Некоторые цветы имеют такую конструкцию, которая препятствует самоопылению. Обычно к этому типу относятся очень нерегулярные цветы. У некоторых из них лепестки образуют мешочек, в котором находятся пыльники, и пыльца не может попасть на рыльце, а остается в мешочке, пока пчела не разорвет его; пыльца прилипает к волоскам пчелы и переносится ею. Регулярные цветы обычно зависят в основном от дихогамии и селективной способности пестика, чтобы обеспечить скрещивание. Цветы, которые очень нерегулярны по форме () и снабжены нектаром и сильным ароматом, обычно опыляются насекомыми. Яркие цвета, вероятно, привлекают насекомых во многих случаях, но аромат, по-видимому, является более сильным фактором притяжения.

Рис. 200. Цветок дельфиниума.

Рис. 201. — Оболочки дельфиниума. Имеет
маленьких лепестка.



; которых имеет шпору. Имеется четыре

Насекомое посещает цветок, переносит пыльцу. Шпоры и цветках без шпор нектар с заставляя насекомое пройти, достигнет нектара. Иногда пыльной средней точке, и насекомое у другой конец рычага с мешочками пыльцы на свою спину. Цветы, которые опыляются насекомыми, называются **энтомофильными** («любящими насекомых»). На [рис. 200](#) показан дельфиниум. На [рис. 201](#) оболочки разделены. Длинный шпора сразу же наводит на мысль об опылении насекомыми. Шпора представляет собой чашелистик. Два полых лепестка выступают в эту шпору, по-видимому, служа для направления язычка пчелы. Два меньших лепестка, расположенные спереди, имеют особый цвет и, возможно, помогают пчеле найти нектарник. Тычинки окружают пестик ([рис. 202](#)). Когда насекомое садится на цветок и вставляет голову в центр, оболочки сдвигаются вниз и наружу, и пестик и тычинки соприкасаются с его брюшком. Поскольку цветок является протерандричным, пыльца, которую пестик получают от брюшка пчелы, должна поступать из другого цветка. Обратите внимание на несколько похожее расположение у льнянки или маслянки (за меда) и может неосознанно нектарниками ([рис. 200](#)), но в части чашечки цветка. Это о пыльцу, прежде чем оно имеет его, тем самым опуская

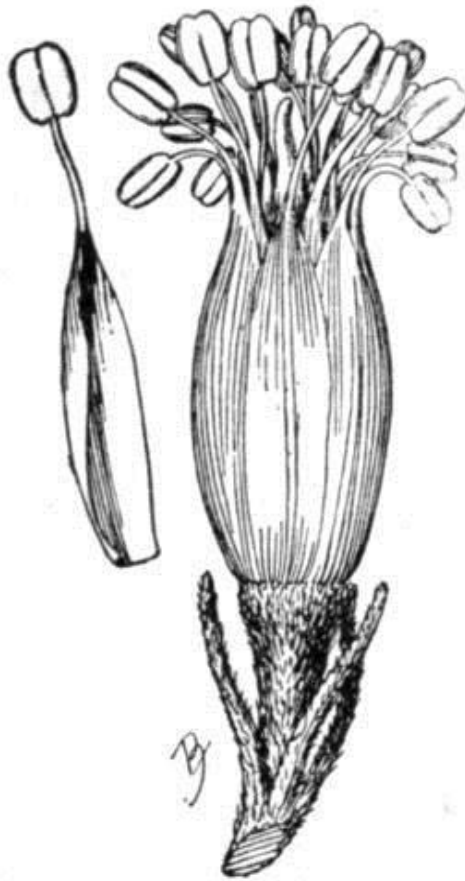


Рис. 202. — Тычинки дельфиниума, окружающие пестики.

В некоторых случаях ([рис. 203](#)) тычинки в одном цветке длиннее пестика, а в другом — короче. Если насекомое посещает такие цветы, оно получает пыльцу на голову от цветка с длинными тычинками и оставляет эту пыльцу на рыльце цветка с длинным пестиком. Такие цветы являются **диморфными** (двух форм). Если пыльца из его собственного цветка и из другого цветка попадает на рыльце, то, скорее всего, рыльце выберет чужую пыльцу.

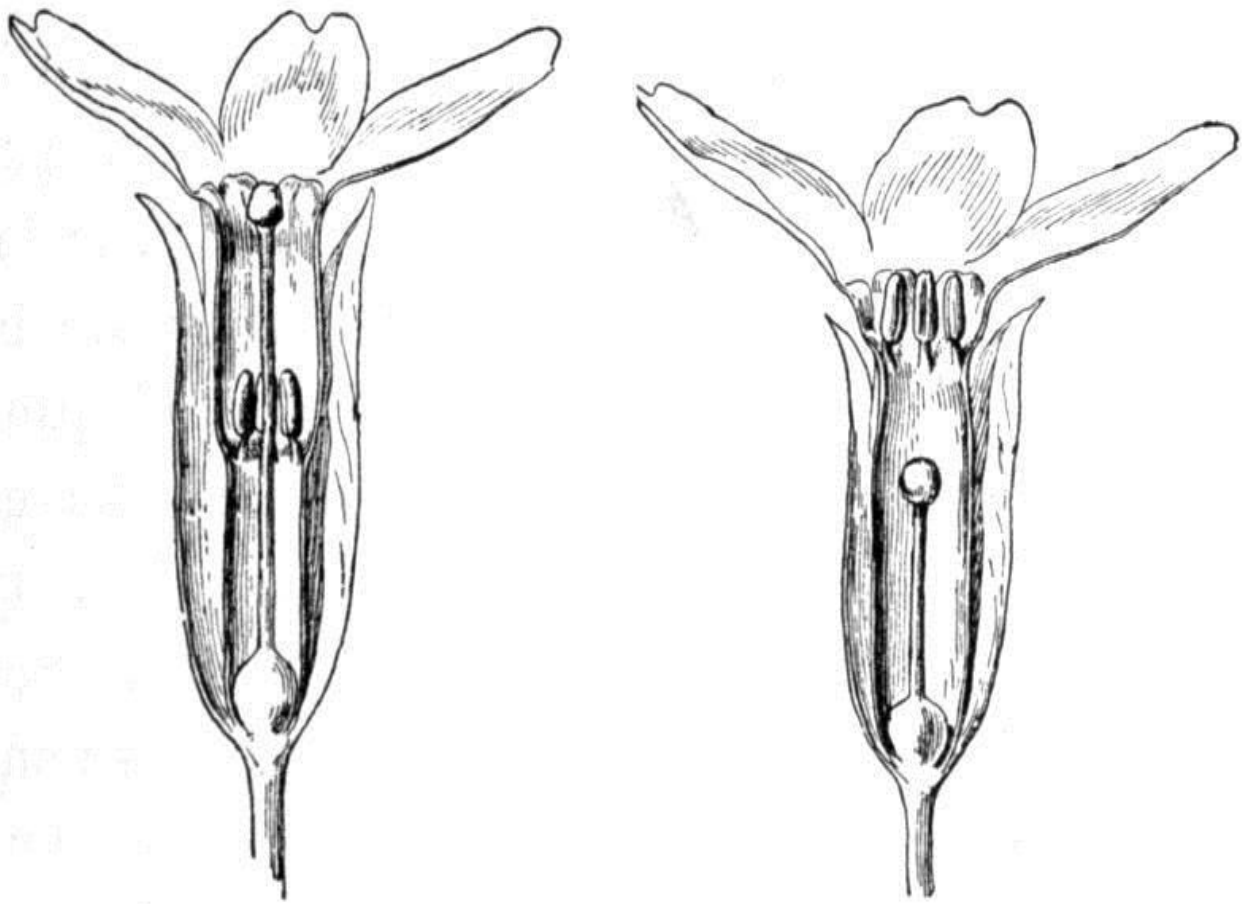


Рис. 203. — Диморфные цветы примулы.

Многие цветы опыляются ветром. Их называют **анемофильными** («любящими ветер»). Такие цветы производят большое количество пыльцы, поскольку большая ее часть теряется. Обычно они имеют широкие рыльца, которые открывают большую поверхность для ветра. Обычно они не имеют ярких цветов и аромата. Травы и сосны являются типичными примерами анемофильных растений.

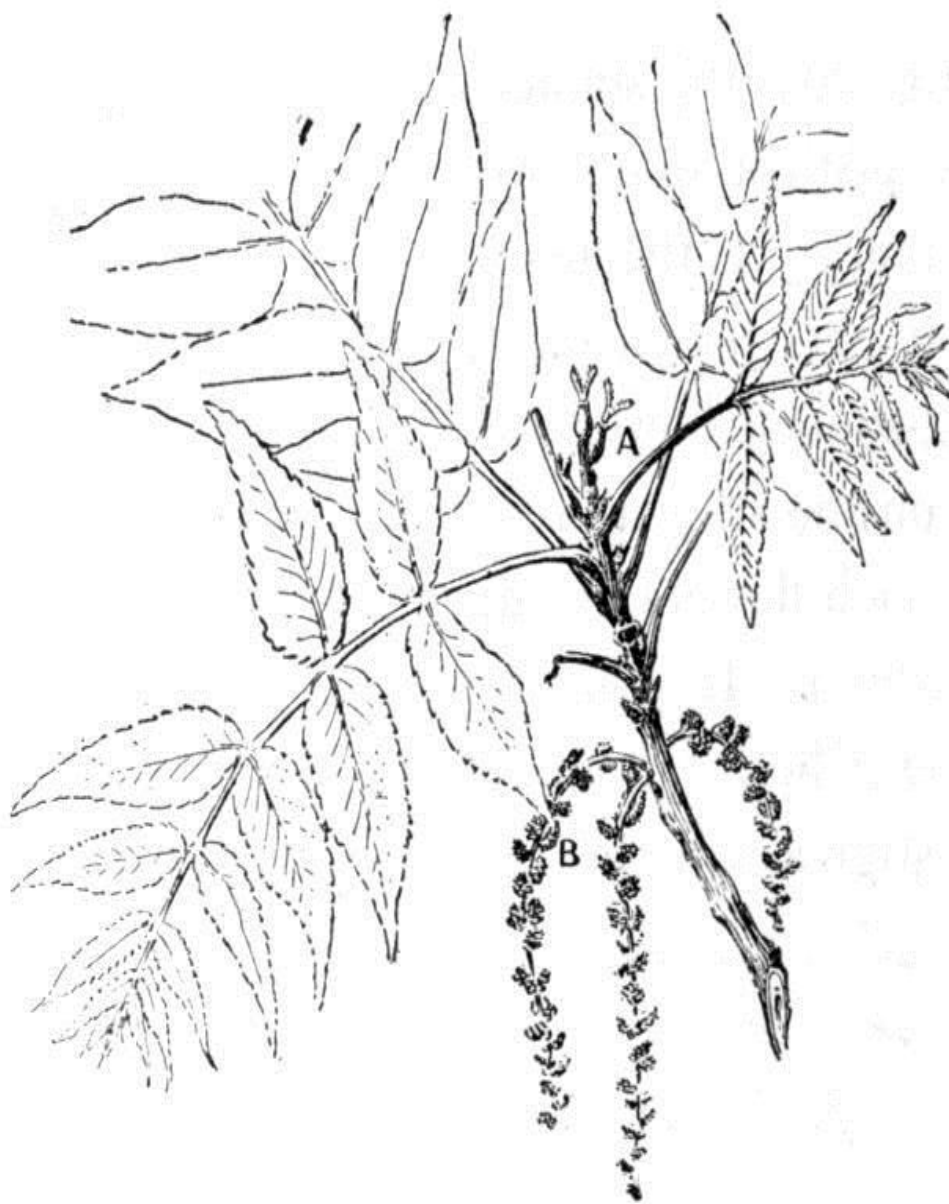


Рис. 204. Цветки черного ореха: два пестичных цветка в точке А и тычиночные сережки в точке В.

Во многих случаях перекрестное опыление обеспечивается тем, что *тычинки и пестики находятся в разных цветках* (диклиновые). Однодомные и двудомные растения могут опыляться ветром, насекомыми или другими агентами ([рис. 204](#)). Обычно они опыляются ветром, хотя ивы часто, если не в большинстве случаев, опыляются насекомыми. Кукуруза — однодомное растение. Тычиночные цветки находятся в конечной метелке (кисточке). Пестичные цветки находятся в плотном колосе (ухе), заключенном в оболочку или шелуху. Каждая «шелковица» — это столбик. Каждый пестичный цветок дает зерно кукурузы. Иногда несколько женских цветков располагаются в метелке, а несколько мужских — на конце початка. Возможно ли самоопыление кукурузы? Почему «самосевной» стебель, растущий в одиночестве в саду, имеет только несколько зерен на початке? В каком направлении преобладают ветры летом? Если в саду, где преобладают ветры, посажены только два или три ряда кукурузы (), в каком направлении их лучше расположить?



Рис. 205. — Обыкновенная синяя фиалка. Показаны знакомые цветы в натуральную величину. Венчик имеет шпору. В конце сезона на поверхности земли часто появляются клейстогамные цветы. Небольшой цветок показан на *рисунке a*. Почти созревший стручок показан на *рисунке b*. Оба *рисунка a* и *b* имеют размер, равный одной трети натуральной величины.

Хотя большинство цветов имеют такие характеристики, которые обеспечивают или увеличивают вероятность перекрестного опыления, есть некоторые, *которые абсолютно исключают перекрестное опыление*. Эти цветы обычно растут под землей или на земле, и у них нет ярких цветов и ароматов. Они известны как **клеистогамные** цветы (что означает «скрытые цветы»). Растение имеет нормальные яркие цветы, которые могут опыляться насекомыми, и в дополнение к этому имеет эти упрощенные цветы. Лишь немногие растения имеют клейстогамные цветы. Свиной арахис, обыкновенная синяя фиалка, бахромчатая зимняя зелень и далибарда являются лучшими объектами для изучения в северных штатах. На [рис. 205](#) показан клейстогамный цветок синей фиалки в точке *a*. Над настоящими корнями тонкие стебли несут эти цветы, которые снабжены чашечкой и

изогнутой венчиком, который не раскрывается. Внутри находятся тычинки и пестики. В конце сезона клеистогамные цветы можно найти прямо под плесенью. Они никогда не поднимаются над землей. Следующим летом можно найти сеянцы, в некоторые виды растений, с остатками старого клеистогамного цветка, все еще прилипшими к корню. Клеистогамные цветы обычно появляются после того, как яркие цветы отцвели. Они, по-видимому, обеспечивают урожай семян методом, который требует от растения небольших затрат энергии. Ученику будет интересно изучить процесс плодоношения арахиса ([рис. 206](#)). Необжаренный свежий арахис легко растет и может быть выращен на севере в теплом песчаном саду.

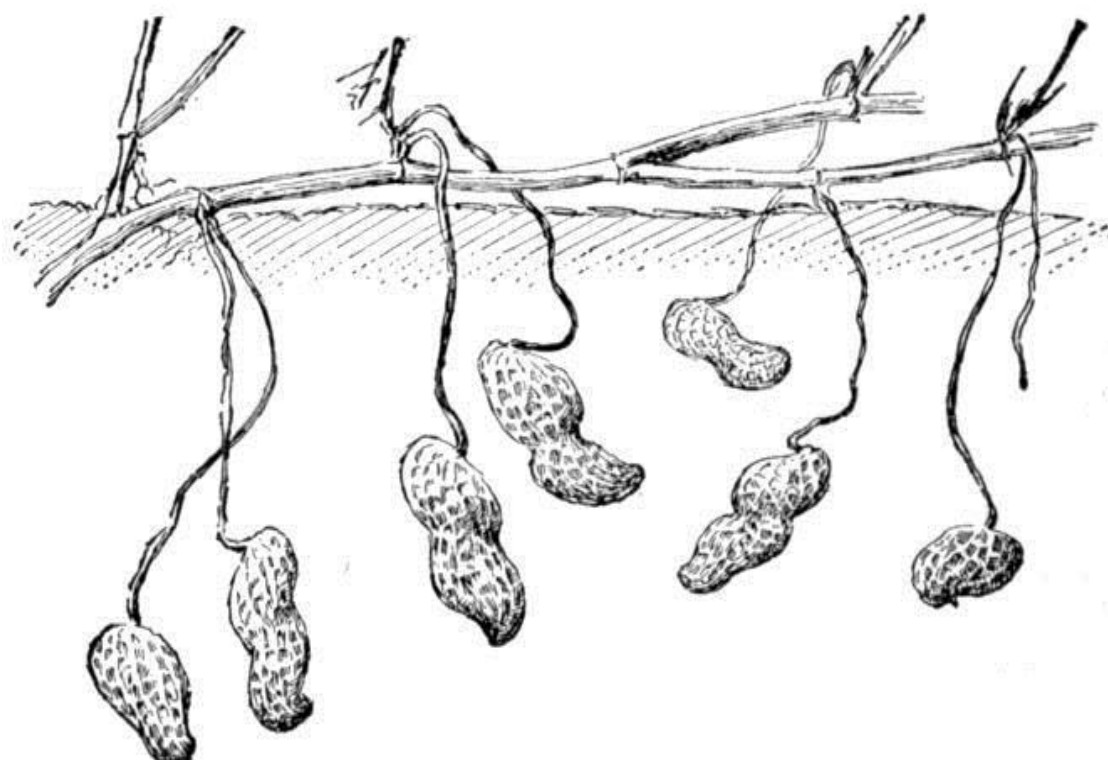


Рис. 206. — Стручки АРАХИСА СОЗРЕВАЮТ ПОД ЗЕМЛЕЙ.



Рис. 207. Борьба за существование среди цветов яблони.

Предложения.—**152.** Не все цветы производят семена. Обратите внимание, что яблоня может цвести очень обильно, но при этом дать относительно мало яблок (рис. 207). Производится больше пыльцы, чем необходимо для оплодотворения цветов; это увеличивает вероятность того, что достаточное количество рыльцев () получит приемлемую пыльцу, чтобы растение могло продолжить свой род. В любое время летом или даже осенью внимательно осмотрите яблони, чтобы определить, остались ли на яблоне мертвые цветы или цветочные стебли; или осмотрите любое полноцветущее растение, чтобы увидеть, не погибли ли какие-либо цветы. **153.** Наблюдайте за любым растением, чтобы увидеть, посещают ли его насекомые. Какие? Когда? Зачем? **154.** Определите, играет ли чашечка какую-либо роль в защите цветка. Очень осторожно удалите чашечку с бутона, который обычно подвергается воздействию тепла, солнца и дождя, и посмотрите, будет ли цветок развиваться так же хорошо, как и другие. **155.** Накройте один цветок на растении маленьким бумажным или муслиновым мешочком так плотно, чтобы насекомые не могли проникнуть внутрь. Если цветок даст плод, к какому выводу вы придете? **156.** Осторожно удалите венчик с цветка, который почти готов раскрыться, желательно с такого, рядом с которым нет других цветов. Следите за насекомыми. **157.** Найдите нектар в любом цветке, который вы изучаете. **158.** Удалите рыльце. Что произойдет? **159.** Какие из следующих растений имеют совершенные цветы: горох, фасоль, тыква, хлопок, клевер, гречиха, картофель, кукуруза, персик, каштан, гикори, арбуз, подсолнечник, капуста, роза, бегония, герань, огурец, калла, ива, тополь, дыня? А какие у других? **160.** У растений, опыляемых ветром, что больше: пыльники или рыльца? **161.** Очень маленькие цветные цветы обычно растут поодиночке или в соцветиях? **162.** Почему дожди во время цветения часто уменьшают урожай фруктов? **163.** Какова ценность пчел в садах? **164.** Скрещивание растений для улучшения сортов или получения новых сортов. — Может возникнуть необходимость в ручном опылении. Для обеспечения наиболее точных результатов следует приложить все усилия, чтобы правильно нанести нужную пыльцу и строго исключить попадание любой другой пыльцы. (а) Первым делом необходимо удалить пыльники с цветка, который предполагается скрестить, и сделать это до того, как пыльца рассыплется. Для этого раскрывают бутон и извлекают пыльники. Отрежьте цветочные оболочки маленькими острыми ножницами, затем вырежьте или вытащите пыльники,

оставив нетронутым только пестик; или просто раскройте венчик на конце и вытащите пыльники крючком или пинцетом; этот метод часто является лучшим. Лучше всего отложить эту операцию как можно дольше, но при этом не допустить раскрытия бутона (и, таким образом, воздействия на цветок посторонней пыльцы) и высыпания пыльцы из пыльников. (b) Затем цветок необходимо накрыть бумажным пакетом, чтобы предотвратить попадание пыльцы (рис. 208, 209). Если рыльце в данный момент не готово к оплодотворению (что обычно и бывает), желаемая пыльца не наносится сразу. Мешок можно время от времени снимать, чтобы осмотреть пестик, и когда рыльце созреет, о чем свидетельствует его клейкий или шероховатый вид, наступает время опыления. Если мешок слегка увлажнить, его можно более плотно закрепить на стебле растения. Время, необходимое для созревания рыльца, варьируется от нескольких часов до нескольких дней. (c) Когда рыльце готово, нераскрытую пыльнику из нужного цветка раздавливают ногтем или лезвием ножа, а пыльцу наносят на рыльце с помощью маленькой щетки, кончика лезвия ножа или деревянной щепки. Цветок снова накрывают пакетом, который оставляют на несколько дней, пока не исчезнет всякая опасность другого опыления. Необходимо тщательно покрыть поверхность рыльца пыльцой, если это возможно. Семена, полученные от скрещенного цветка, дают гибриды, или растения, родители которых принадлежат к разным сортам или видам. **165.** Одним из способов получения новых форм растений является создание гибридов. Почему?

Рис. 208. Бумажный пакет с вставленной



рис. 209. — Мешок, завязанный над цветком.

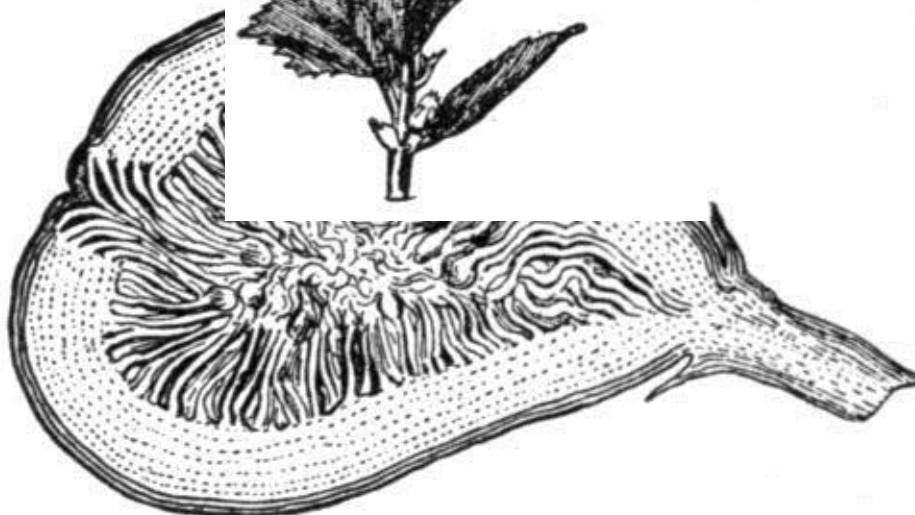


Рис. 210. Инжир. Инжир представляет собой полый тор, с цветами, расположенными внутри, которые опыляются насекомыми, проникающими в верхушку.

ГЛАВА XX

ЦВЕТОЧНЫЕ СОЦВЕТИЯ

Происхождение соцветия. Мы видели, что ветви вырастают из пазух листьев. Иногда листья могут быть редуцированы до прицветников, но ветви все равно появляются в их пазухах. Некоторые ветви вырастают в длинные побеги, другие становятся короткими отростками, *третьи несут цветы*. Фактически, цветок сам по себе является специализированной ветвью.

Цветы обычно растут в верхней части растения. Часто они образуются в большом количестве. В результате цветочные ветви обычно располагаются близко друг к другу, образуя соцветие. Форма и расположение соцветия *различаются в зависимости от вида растения*, поскольку каждое растение имеет свой собственный способ ветвления.



Рис. 211. — Конечные цветы БЕЛОГОРЛА (в некоторых местах называемого одуванчиком).

Некоторые определенные или хорошо выраженные типы соцветий получили названия. Некоторые из этих названий мы обсудим, но соцветия, которые полностью соответствуют определениям, являются скорее исключением, чем правилом. Определение видов соцветий является одной из самых сложных тем в описательной ботанике. Мы можем

классифицировать эту тему по трем понятиям: **одиночные цветы, центробежные или детерминированные соцветия, центростремительные или индетерминированные соцветия.**

Одиночные цветы. — Во многих случаях цветы растут поодиночке; они отделены от других цветов листьями. Тогда их называют **одиночными**. Одиночный цветок может находиться либо на конце главного побега или оси ([рис. 211](#)), тогда его называют **терминальным**, либо сбоку от побега ([рис. 212](#)), тогда его называют **боковым** или **пазушным**.



Рис. 212. — Боковой цветок АБУТИЛОНА. Тепличное растение.

Центростремительные соцветия. — Если цветоносные пазухи расположены довольно близко друг к другу, может образоваться открытое или листовенное соцветие. Если растение продолжает расти от верхушки, более старые цветы остаются все дальше и дальше позади. Если соцветие настолько короткое, что сверху оно плоское или выпуклое, самые крайние цветы будут самыми старыми. Соцветие, в котором нижние или наружные цветы раскрываются первыми, называется **центростремительным соцветием**. Иногда его называют **неопределенным соцветием**, поскольку оно является результатом типа роста, который может продолжаться более или менее непрерывно от верхушки.

Простейшей формой определенного центростремительного соцветия является **кисть**, представляющая собой открытое удлиненное соцветие, в котором *цветы расположены поодиночке на очень коротких ветвях* и раскрываются снизу (то есть от более старой части побега) вверх ([рис. 213](#)). Кисть может быть *концевой* по отношению к главной ветви; или она может быть *боковой* по отношению к ней, как на [рис. 214](#). Колосовидные соцветия часто несут цветы на одной стороне стебля, образуя таким образом один ряд.

Когда центростремительная соцветие длинное и плотное, а цветки сидячие или почти сидячие, оно называется **колосом** ([рис. 215](#)). Типичными примерами колосов являются подорожник, резеда, коровяк.



Рис. 213. Кисть смородины. Терминальная или боковая?



Рис. 214. — Боковые кисти (с плодами) БАРБАРИСА.



Рис. 215. — Колос подорожника.

Очень *короткий и плотный колос* представляет клевер ([рис. 216](#)). Подсолнечник цветков, расположенных в очень плотной у подсолнечника ([рис. 189](#)) сначала рас одной особой формой колоса является прицветники, весь кластер опадает после и случаях) имеют только тычинки или пести и соцветия дуба ([рис. 180](#)), грецкого ореха

яет собой **головку**. Хорошим примером венные ему растения имеют много мелких плоской головке. Обратите внимание, что ся наружные или внешний цветки . Еще **ка**, которая обычно имеет чешуйчатые я или плодоношения, а цветы (в типичных мерами являются «котики» ивы ([рис. 182](#)) 4), тополя.



Рис. 216. Головка цветка КЛЕВЕРА.



Рис. 217. — Соцветие КАНДЫ-ТУФТА.

Когда рыхлая, удлиненная центростремительная соцветие имеет некоторые простые основные ветви, а другие — нерегулярно разветвленные, оно называется **метелкой**. Это ветвистая кисть. Из-за более раннего роста нижних ветвей метелка обычно наиболее широкая у основания или имеет коническую форму. Настоящие метелки не очень распространены.

Когда неопределенная соцветие короткое, так что *вершина выпуклая или плоская*, это **щиток** (рис. 217). Самые наружные цветы раскрываются первыми. Центростремительные соцветия иногда называют щитковидными по форме.

Когда ветви неопределенного соцветия *исходят из общей точки*, как каркас зонтика, соцветие является **зонтиком** (рис. 218). Типичные зонтики встречаются у моркови, пастернака, тмина и других растений семейства зонтичных: это семейство известно как Umbelliferae, или семейство зонтичных. У моркови и многих других растений семейства Umbelliferae на конце каждой из главных ветвей имеются небольшие или вторичные зонтики, называемые **зонтиками**. (В центре зонтика дикой моркови часто встречается одиночный черноватый, часто неразвившийся цветок, составляющий зонтик с одним цветком).

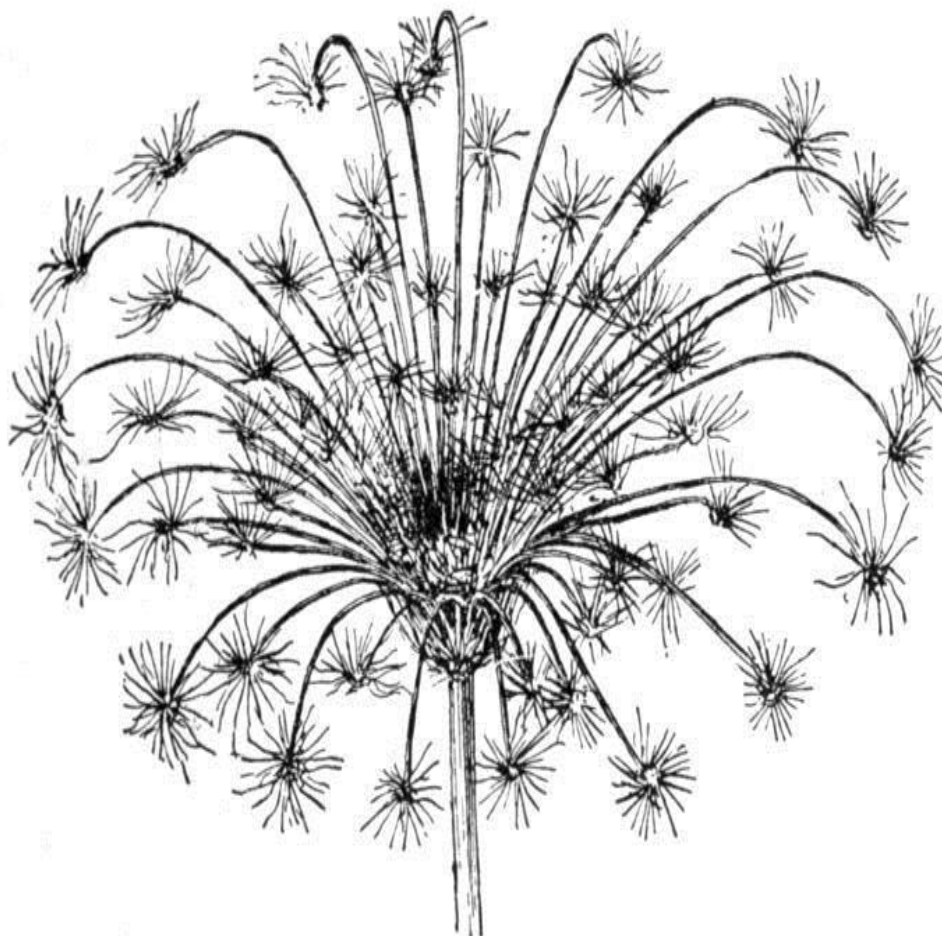


Рис. 218. Остатки зонтика дикой моркови прошлого года.

Центробежные или детерминированные соцветия. — Когда первым раскрывается концевой или центральный цветок, соцветие называется **центробежным**. Рост побега или

соцветия является **детерминированным**, поскольку его длина окончательно определяется или ограничивается концевым цветком. На [рис. 219](#) показан детерминированный или центробежный тип цветения.

Плотные центробежные соцветия обычно имеют плоскую верхушку из-за прекращения роста главной или центральной оси. Эти компактные соцветия называются **кистями**. Центробежные соцветия иногда называют кистевидными. Яблоки, груши ([рис. 220](#)) и бузина имеют соцветия в виде кистей. Некоторые формы кистей по общему виду похожи на зонтики. Голоковидная кистевидная кисть — это **клубок**; она цветет сверху вниз, а не снизу вверх.

Смешанные соцветия. Часто соцветие бывает смешанным, то есть детерминированным в одной части и индетерминированным в другой части того же соцветия. Главное соцветие может быть индетерминированным, а ветви — детерминированными. Соцветие имеет вид метелки и обычно так и называется, но на самом деле является **тирсом**. Сирень — известный пример тирса. В некоторых случаях основное соцветие является детерминированным, а ветви — индетерминированными, как у гортензии и бузины.



Рис. 219. Определенное или кистевидное

– Соцветие груши. Часто неполное.

Соцветие. — Способ соцветия бывает кистевидным, детерминированным, и используется для обоих в ботанике. Таким образом, что даже одиночные детерминированному ме

тся **соцветием**. То есть кистевидным, одиночным, слово «соцветие» стало в работах по описательной ботанике. Можно заметить, что детерминированному, либо



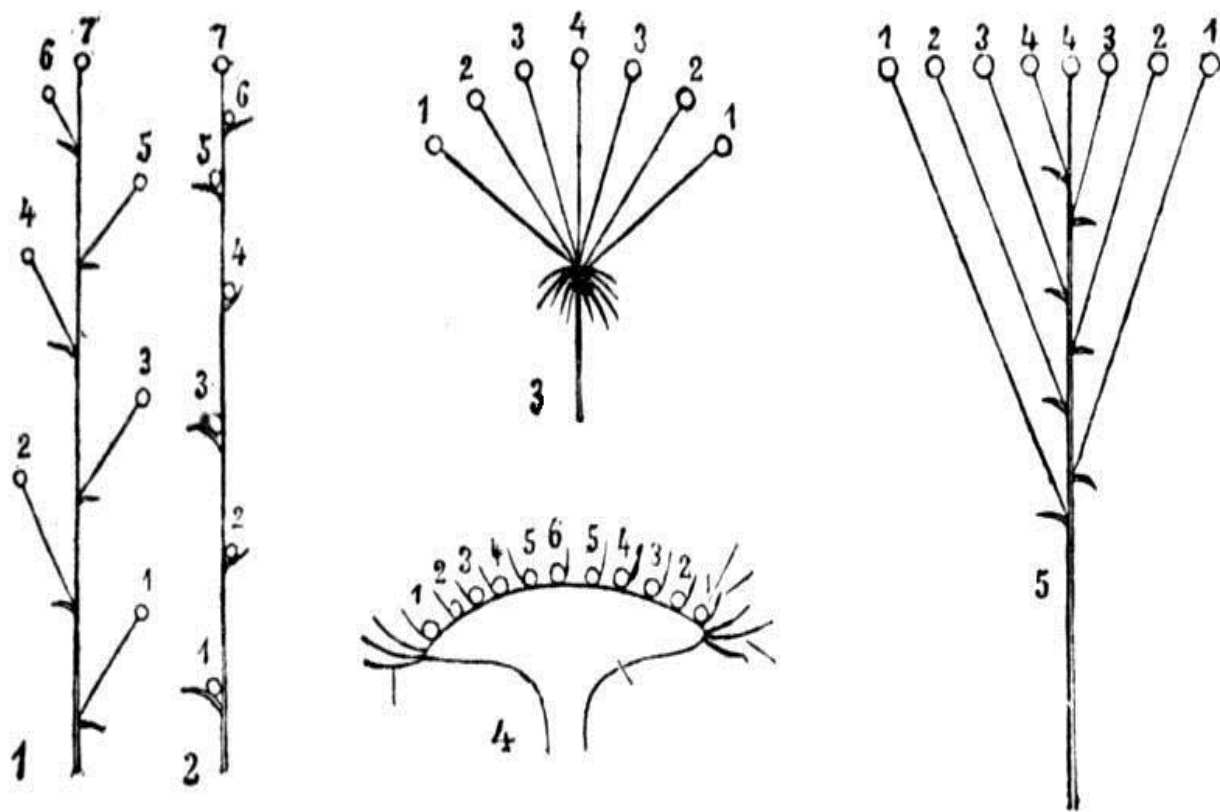


Рис. 221. — ФОРМЫ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫХ СОЦВЕТИЙ.

1 — кисть; 2 — колос; 3 — зонтик; 4 — головка или антодиум; 5 — щиток.

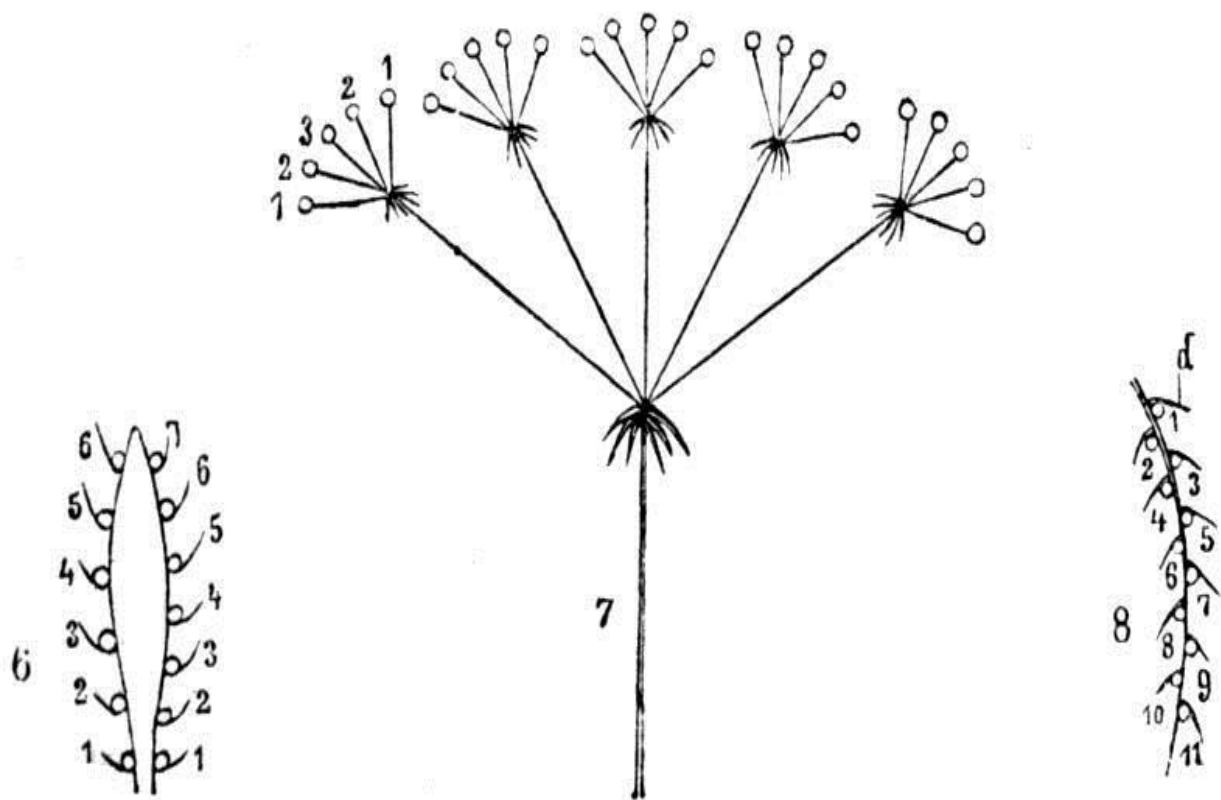


Рис. 222. — ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЕ СОЦВЕТИЕ, *продолжение*.

6, соцветие; 7, сложный зонтик; 8, сережка.

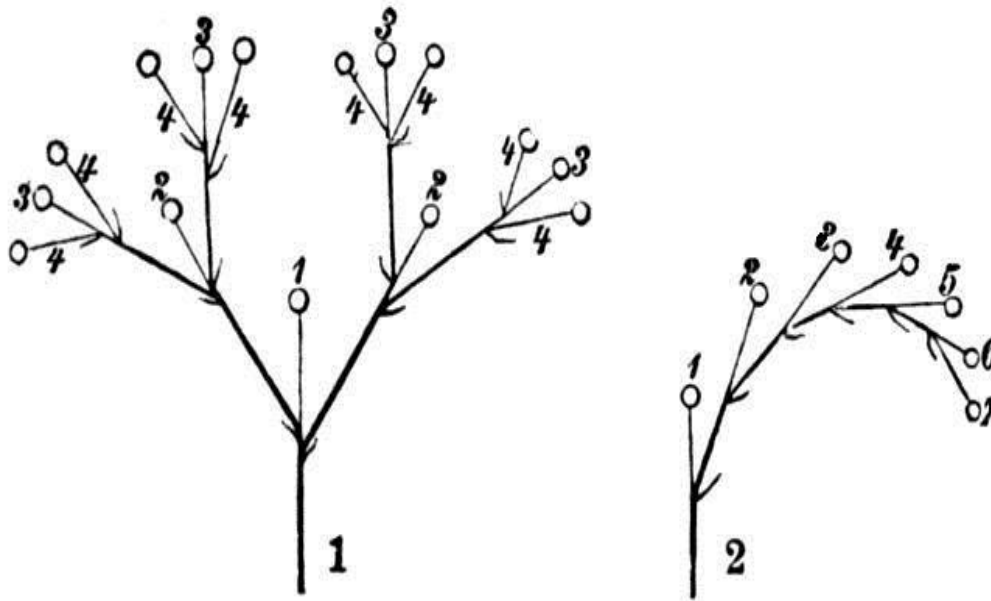


Рис. 223. — ЦЕНТРОБЕЖНОЕ СОЦВЕТИЕ.

1, кисть; 2, метельчатая кисть (или полукисть).

Цветоносный стебель. Стебель одиночного цветка называется **цветоножкой**; так же называется общий стебель *соцветия*. Стебель отдельного цветка в соцветии называется **цветоножкой**. У так называемых бесстебельных растений цветоножка может вырастать прямо из земли или из верхушки растения, как у одуванчика, гиацинта, садовой маргаритки; такой вид цветоножки называется **цветоножкой**. Стебель может нести один или несколько цветов. Он не имеет листьев, но может иметь прицветники.

Предложения. — 166. Назовите шесть колонок в своем блокноте следующим образом: колос, кисть, щиток, зонтик, соцветие, одиночное. Запишите каждое из следующих слов в соответствующую колонку: живокость, виноград, роза, глициния, лук, букет невесты, банан, гортензия, флокса, китайская ягода, ландыш, испанский кинжал (или юкка), сорго, тубероза, гиацинт, горчица, золотарник, персик, мальва, коровяк, креп-мирт, робиния, нарцисс, львиный зев, перец, пастушья сумка, коктейль, пшеница, боярышник, герань, морковь, бузина, просо, кизил, клещевина; замените растения, которые не растут в вашем регионе, другими. **167.** При изучении соцветий целесообразно сначала выбрать те, которые являются достаточно типичными для различных классов, рассмотренных в предыдущих параграфах. Как только основные типы хорошо закрепятся в памяти, следует изучить случайные соцветия, поскольку ученик никогда не должен получить впечатление, что все соцветия соответствуют определениям в книгах. Соцветия некоторых из самых распространенных растений очень запутаны, но ученик должен быть способен по крайней мере определить, является ли соцветие детерминированным или индетерминированным. [Рисунки 221–223](#) (из немецкого издания) иллюстрируют теоретические типы соцветий. Цифры обозначают порядок раскрытия.

ГЛАВА XXI

ПЛОДЫ

Созревший завязь с придатками называется **плодом**. *Он содержит семена*. Если пестик простой, или состоит из одного плодолистика, плод также будет иметь одно отделение. Если пестик сложный, или состоит из более чем одного плодолистика, плод обычно имеет равное количество отделений. Отделения в пестике и плоде называются **гнездами** (от латинского *locus*, означающего «место»).



Рис. 224. — ДЕНТАРИЯ, или ЗУБЧАТЫЙ КОРЕНЬ, в плоде.

Самый простой вид плода — *созревший одногнездный завязь*. Первая ступень сложности — *созревший двухгнездный или многогнездный завязь*. Очень сложные формы могут возникать в результате *присоединения других частей к завязи*. Иногда столбик сохраняется и

превращается в клюв (стручки горчицы, зубчатая зубчатка (), [рис. 224](#)), или хвостом, как у клематиса; или же чашечка может прикрепляться к завязи; или завязь может быть встроена в плодоножку, и завязь и плодоножка вместе составляют плод: или же околоплодник может стать частью плода, как, возможно, у грецкого ореха и гикори ([рис. 225](#)) и чашечки желудя ([рис. 226](#)). Каштан и бук имеют колючую оболочку, но орехи, или настоящие плоды, не прирастают к ней, и оболочку едва ли можно назвать частью плода. Созревшая завязь является **околоплодником**. Околоплодник, к которому прирастают другие части, называется вспомогательным или усиленным плодом. ([Стр. 169.](#))

Рис. 225. ОРЕХ ГИКОРИ. Орех — это плод, за



{ — это «семя», а оболочка — «чашечка».

Рис. 227. Ключ к ОПРЕДЕЛЕНИЮ САХАРНОГО КЛ



ИТЕЛЬ ОБЫКНОВЕННОГО АМЕРИКАНСКОГО ВЯЗА.

Некоторые плоды раскрываются при созревании и высвобождают семена; другие не раскрываются. Раскрывающийся околоплодник называется **стручком**. Части, на которые раскрывается или раскалывается такой стручок (), называются **створками**. В нераскрывающихся плодах семена высвобождаются в результате разложения оболочки или ее разрыва прорастающим семенем. Нераскрывающиеся крылатые околоплодники называются **крылатками** или **ключевыми плодами**. Примерами являются клен ([рис. 227](#)), вяз ([рис. 228](#)) и ясень ([рис. 93](#)).

Околоплодники. Простейший околоплодник представляет собой сухое, односемянное, нераскрывающееся тело. Он известен как **семянка**. Головка семян показана на [рис. 229](#), а ее строение объясняется на [рис. 230](#). Семена можно увидеть у лютика, гепатицы, анемоны, кипрея, гречихи.



Рис. 229. — СЕМЕНА ЛЮТИКА.

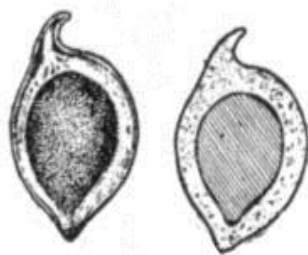


Рис. 230. СЕМЕНА ЛЮТИКА, один в продольном разрезе.

Одногнездная околоплодная оболочка, раскрывающаяся по переднему краю (то есть внутреннему краю, ближайшему к центру цветка), называется **коробочкой**. Плод дельфиниума ([рис. 231](#)) представляет собой коробочку. Обычно в каждом цветке дельфиниума есть пять таких плодов (иногда три или четыре), каждый из которых созревает в фолликул. Если бы эти пестики были соединены, образовался бы один сложный пестик. Андижанская анютинка, пион, девясил, молочай также имеют фолликулы.



Рис. 231. — Семяпочка дельфиниума.



Рис. 233. — Капсула клещевины после раскрытия.

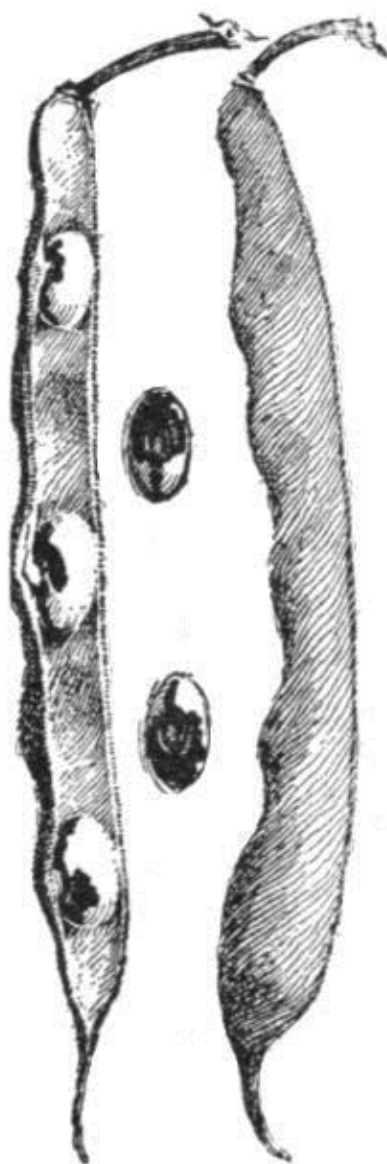


Рис. 232. — Стручок фасоли.

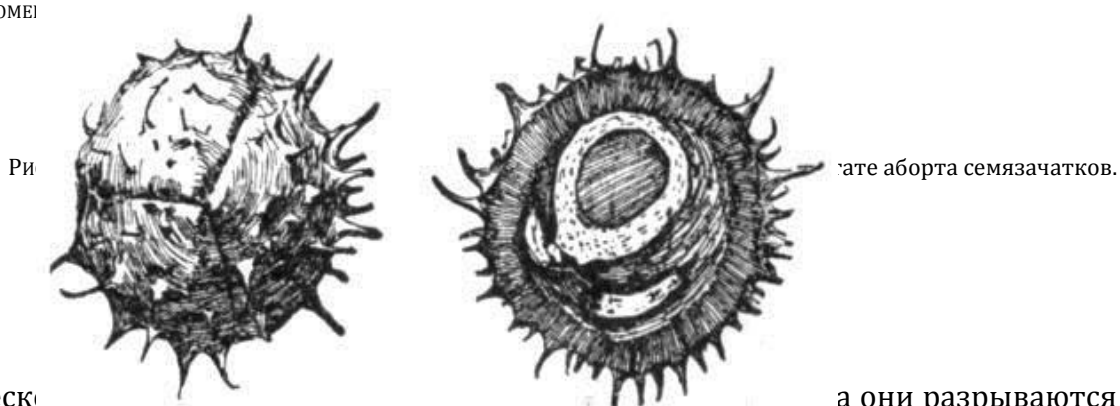
Одногнездный околоплодник, раскрывающийся по обоим краям, называется **стручком**. Типичными примерами являются горох и фасоль ([рис. 232](#)); фактически, эта особенность дала название семейству бобовых — Leguminosæ. Часто створки стручка сильно скручиваются и выбрасывают семена на некоторое расстояние. Слово «стручок» иногда ограничивается бобовыми, но лучше использовать его в общем смысле для всех раскрывающихся околоплодников.

Сложный стручок — раскрывающийся околоплодник из двух или более плодолистиков — называется **коробочкой** ([рис. 233, 234, 236, 237](#)). Некоторые коробочки имеют одну камеру, но в молодом возрасте (на стадии завязи) они могли быть сложными, а перегородки могли исчезнуть. Иногда одна или несколько частей плодолистиков равномерно вытесняются

исключительным ростом других плодолистиков ([рис. 235](#)). Семена или части, которые вытесняются, называются *абортированными*.



Рис. 234. — Капсула ипомеи



Существует несколько способов раскрытия плодов, а они разрываются *вдоль перегородок* (или *перегородок*), этот способ называется **септицидным раскрытием** ([рис. 236](#)); При септицидном раскрытии плод разделяется на части, представляющие собой исходные завязи. Эти завязи могут оставаться целыми, и тогда они раскрываются по отдельности, обычно по внутреннему краю, как если бы они были фолликулами. Когда отделения *раскрываются посередине, между перегородками*, этот способ называется **локулицидным раскрытием** ([рис. 237](#)). В некоторых случаях раскрытие происходит в *верхней части*, и тогда его называют **апикальным** (хотя здесь включены несколько видов раскрытия). Когда *отрывается вся верхняя часть*, как у портулака и садового портулака ([рис. 238](#)), стручок называется **пиксидой**. В некоторых случаях апикальное раскрытие происходит посредством отверстия или щели.



Рис. 236. Зверобой. Септицид.



Рис. 237. Локулицидный стручок лилейника.

Своеобразная коробочка семейства крестоцветных (Cruciferae) , называется **стручком**, когда она явно длиннее, чем шире ([рис. 224](#)), и **семенником**, когда ее ширина почти равна или превышает длину. Коробочка крестоцветных состоит из двух плодолистиков, разделенных тонкой перегородкой, каждая камера содержит семена в двух рядах. Две створки отделяются снизу вверх. Примерами являются капуста, репа, горчица, кресс-салат, редька, рапс, пастушья сумка, сладкий алиссум, стеноцвет, честность.

Рис. 238. — Пиксис из портулака и



грыжовника. Остатки чашечки у с.

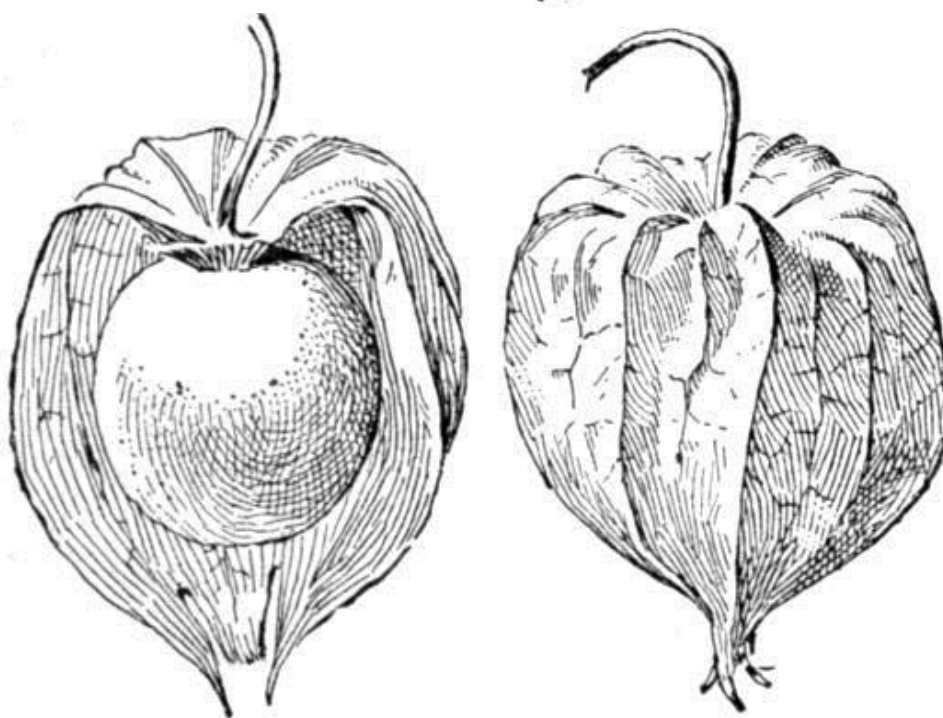


Рис. 240. — Ягода земляной вишни или томата в шелухе, заключенная в раздутый чашелистик.

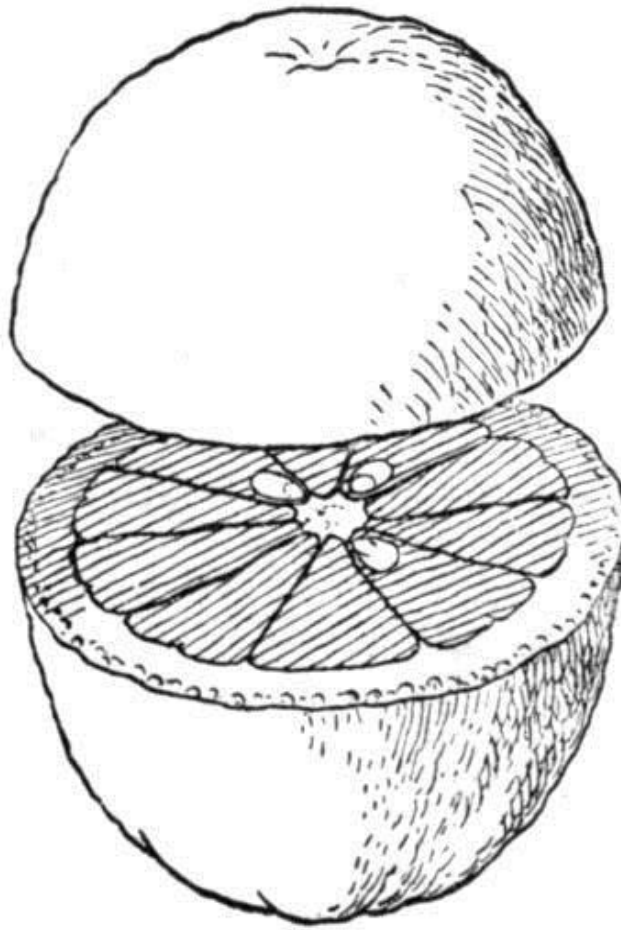


Рис. 241. — Апельсин; пример ягоды.

Околоплодник может быть *мясистым и нераскрывающимся*. Мясистый околоплодник с несколькими или многими семенами является **ягодой** ([рис. 239, 240, 241](#)). Для садовода ягода — это маленький, мягкий, съедобный плод, без особого упоминания о его структуре (). Таким образом, ботаническое и садоводческое понятия ягоды различаются. В ботаническом смысле ягодами являются крыжовник, смородина, виноград, помидоры, картофельные шарики и даже плоды баклажанов и апельсины ([рис. 241](#)); клубника, малина, ежевика — нет.

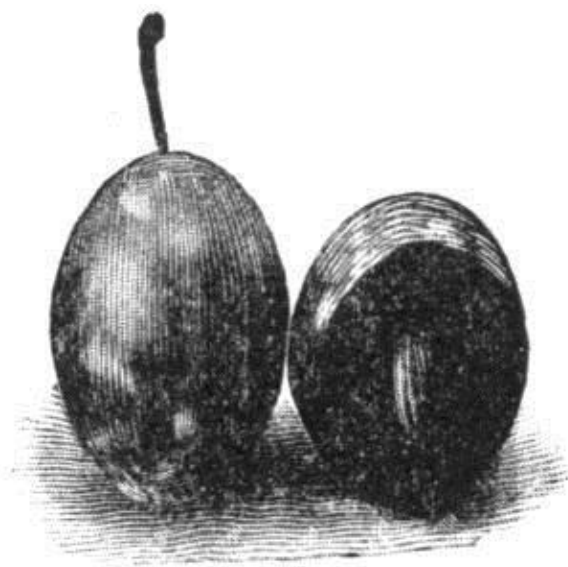


Рис. 242. Слива — пример костянки.

Мясистая околоплодная оболочка, содержащая одно относительно крупное семя или косточку, является **костянкой**. Примерами являются слива ([рис. 242](#)), персик, вишня, абрикос, олива. Стенки косточки в сливе, персике и вишне образованы из внутренних оболочек завязи, а мякоть — из внешних оболочек. Костянки также известны как *косточковые плоды*.

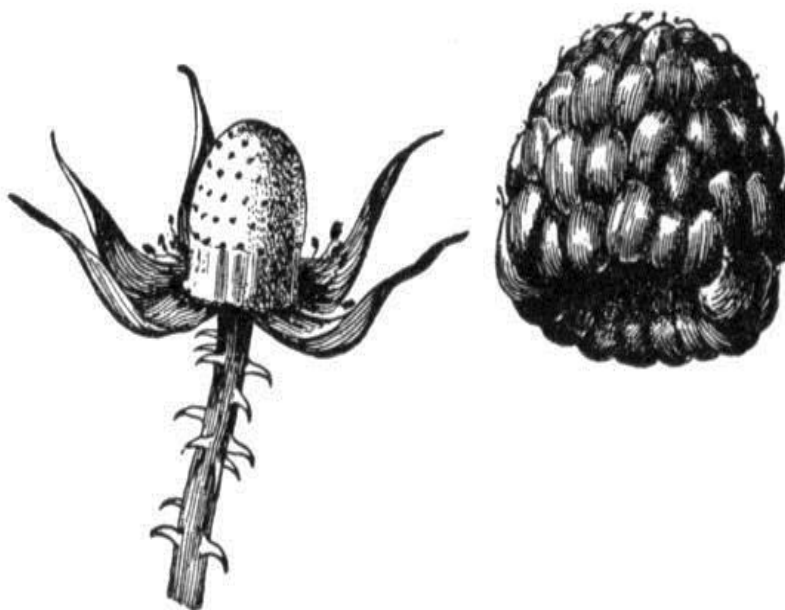


Рис. 243. Плод малины.



Рис. 244. — Соплодие шелковицы и отдельный плод.

Плоды, которые образуются в результате последующего слияния отдельных пестиков, называются **соплодиями**. Карпеллы в соплодиях обычно более или менее мясистые. В цветках малины и ежевики пестики в основном раздельные, но по мере созревания они срастаются и образуют одно целое ([рис. 243, 244](#)). Каждая из завязей или пестиков у малины и ежевики представляет собой небольшую костянку или **костяночку**. У малины весь плод отделяется от плодоножки (), оставляя ее на растении. У ежевики и крапивы () плод прилипает к плодоножке, и при сборе урожая они удаляются вместе.

Вспомогательные плоды. — Когда околоплодник и некоторые другие части растут вместе, плод называется **вспомогательным** или **усиленным**. Примером может служить клубника ([рис. 245](#)). Съедобная часть представляет собой значительно *увеличенный бугор*, а околоплодники — встроенные в него семянки. Эти семянки обычно называют семенами.

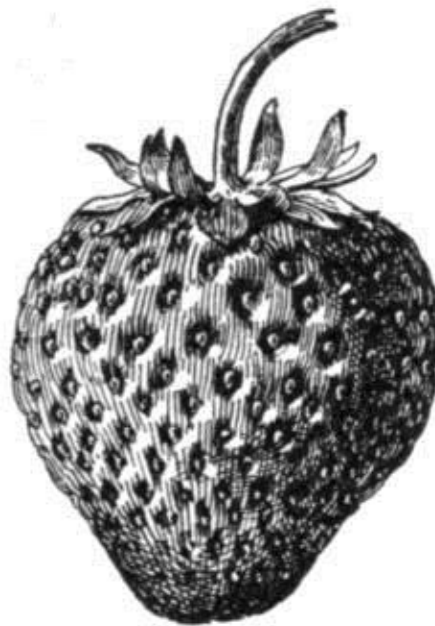
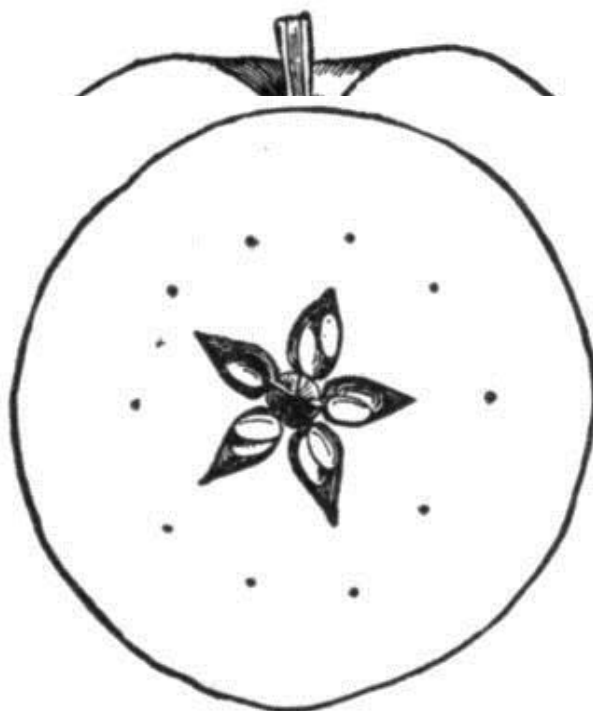


Рис. 245. Клубника; мясистый торус, в который встроены семянки.

Различные виды укрепленных плодов получили специальные названия. Одним из них является **шиповник**, характерный для роз. В этом случае торус глубокий и полый, как урна, и отдельные семянки находятся внутри него. Устье рецептакула может закрываться, а стенки иногда становятся мясистыми; тогда плод можно принять за ягоду. Плоды груши, яблока и айвы известны как **семенные плоды**. В этом случае пять соединенных плодолистиков полностью погружены в полый торус, и торус составляет большую часть съедобной части спелого плода, в то время как пестики представлены сердцевинной ([рис. 246](#)). Обратите внимание на чашелистики на вершине торуса (верхушке плода) на [рис. 246](#). Обратите внимание на очертания встроеного околоплодника на [рис. 247](#).

Рис. 246. — Срез яблока.



247. — Поперечное сечение яблока.

Голосеменные плоды. У сосны, ели и их родственников нет плодов в том смысле, в котором это слово используется на предыдущих страницах, потому что у них *нет завязи*. Семяпочки находятся в пазухах чешуек молодого шишка, они обнаженные или непокрытые и не имеют ни столбика, ни рыльца. Пыльца попадает непосредственно на рот семяпочки. Семяпочка созревает в семя, которое обычно имеет крылышки. Поскольку семяпочка не находится в мешке или завязи, эти растения называются **голосеменными** (от греческого «голые семена»). Все настоящие конусоносные растения относятся к этому классу, а также некоторые другие растения, такие как красный кедр, можжевельник, тис. Растения однодомные или иногда двудомные. Тычиночные цветки представляют собой голые тычинки, расположенные под чешуйками, в небольших желтых сережках, которые скоро опадают. Пестичные цветки представляют собой голые семяпочки под чешуйками на шишках, которые сохраняются ([рис. 29](#)). Семена голосеменных растений могут иметь несколько семядолей.

Предложения. — 168. Изучите следующие плоды или любые пять плодов, выбранных учителем, и ответьте на вопросы по каждому из них: яблоко, персик, фасоль, помидор, тыква. Какова их форма? Найдите след, оставленный стеблем. Каким стеблем они были прикреплены? Есть ли остатки цветка на конце цветка? Опишите текстуру и цвет поверхности. Разделите плод на семенную камеру и окружающую часть. Есть ли у плода мякоть? Находится ли она внутри или снаружи семенной камеры? Семенная камера простая или разделенная? Сколько семян? Семена свободные, прикреплены к стенке камеры или к опоре в центре? Расположены ли они в каком-либо порядке? Какая стенка у семенной камеры? В чем разница между косточкой персика и семенем персика? **169.** Ореховые плоды всегда доступны для изучения. Обратите внимание на

указанные выше моменты. Определите, что представляет собой мякоть или съедобная часть, является ли она семядольной или нет. [Рисунок 248](#) является наглядным примером. **170.** Перечислите все известные вам мясистые плоды, расскажите, откуда они происходят, и отнесите их к соответствующим группам. **171.** Какие виды плодов можно купить на рынке и к каким группам или классам они относятся? Какие из них употребляются в пищу только семена, а не околоплодник? **172.** Початок кукурузы всегда доступен для изучения. Что это — плод или совокупность плодов? Как расположены зерна на початке? Сколько рядов вы насчитаете на каждом из нескольких початков? Все ли ряды на початке расположены одинаково близко друг к другу? Нашли ли вы початок с нечетным количеством рядов? Как части шелухи перекрывают друг друга? Служит ли шелуха защитой от дождя? Могут ли птицы выклевывать зерна? Как насекомые-вредители проникают в початок? Как и когда долгоносики откладывают яйца на кукурузе? **173.** Изучите зерно кукурузы. Является ли оно семенем? Опишите форму зерна. Цвет. Размер. Есть ли на его поверхности выступы или углубления? Тонкая или толстая оболочка семени? Прозрачная или непрозрачная? Найдите рубчик. Где находится шов? Что такое шов? Нарисуйте зерно с двух точек зрения, которые показывают его лучше всего. Где находится зародыш? Есть ли у зерна эндосперм? Что такое зубчатый кукуруза? Кременевая кукуруза? Сколько видов кукурузы вы знаете? Для чего они используются?

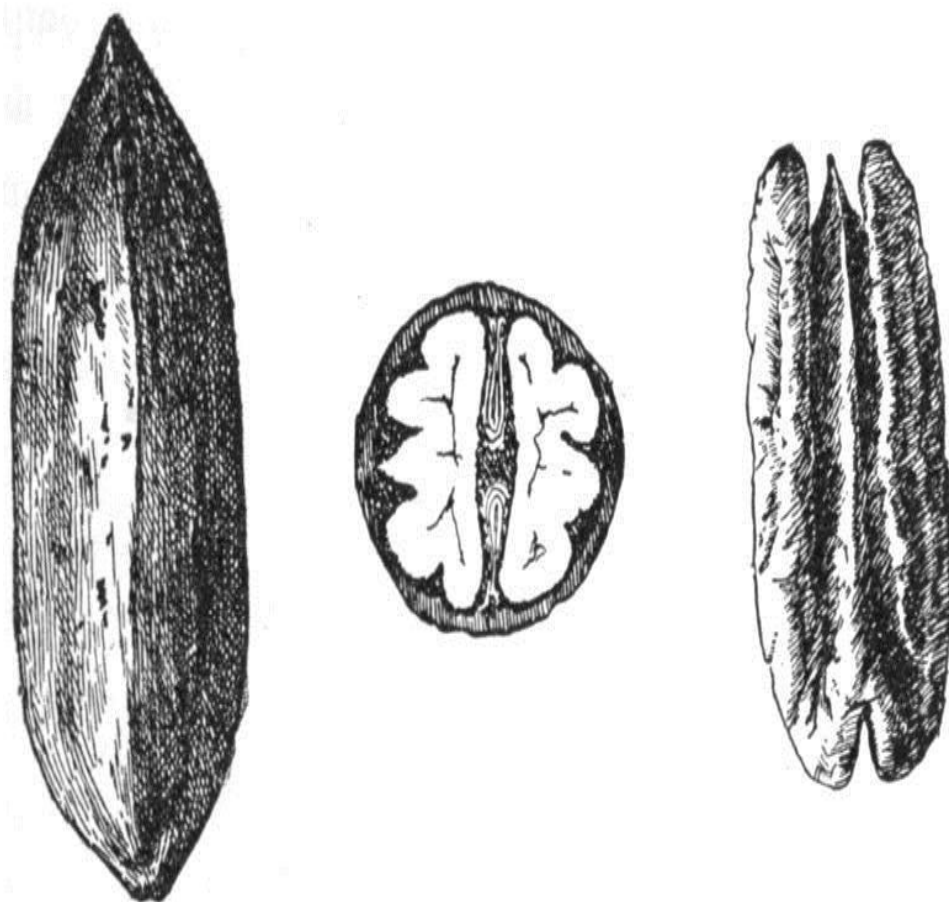


Рис. 248. Плод ОРЕХА ПЕКАН.

Примечание для учителя. Для начинающих учеников мало что может быть интереснее, чем плоды — стручки разных видов, форм и цветов, ягоды и орехи. Этот интерес можно с успехом использовать для оживления учебного процесса. В обсуждение следует включить все распространенные съедобные плоды из сада и огорода (некоторые из них описаны в разделе «Уроки с растениями»). Из сухих плодов, таких как стручки, шишки, орехи, можно собрать коллекцию для школьного музея. Для изучения лучше всего подходят полностью созревшие плоды, особенно если необходимо увидеть раскрытие. Для сравнения следует одновременно иметь пестики и частично созревшие плоды. Если плоды не достаточно созрели для раскрытия, их можно положить на солнце для сушки. В школе хорошо иметь коллекцию плодов для изучения. Образцы можно хранить в стеклянных банках. *Всегда обращайтесь внимание на внешний вид плода и его части: внутреннюю часть плода с расположением и креплением содержимого.*

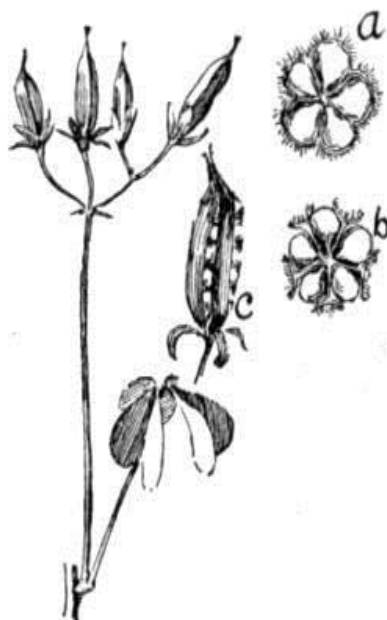
ГЛАВА XXII

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЕМЯН

Растению выгодно, чтобы его семена распространялись как можно шире. Это дает ему больше шансов выжить в борьбе за существование. Оно уходит от конкуренции. Многие семена и плоды имеют такие характеристики, которые увеличивают их шансы на широкое распространение. Наиболее распространенные способы распространения можно разделить на четыре категории: взрывные плоды; перенос ветром; перенос птицами; репейники.



Рис. 249. Взрыв стручка бальзамина.



Взрывающийся стручок показан в т.

b. Строение стручка видно в точке a.

Взрывные плоды. Некоторые растения используют взрывную силу для распространения семян. Так поступают даже акация, гамамелис, садовый бальзам (рис. 249), дикий импатиенс (не трогай меня), фиалка, журавлиный клюв или дикая герань, крапива, ипомея и щавель (рис. 250). Щавель обыкновенный () распространен в нескольких видах в дикой природе и в культуре. Один из них известен как щавель лесной. На рис. 250 показан обыкновенный желтый щавель. Стручок открывается локулицидально. При раскрытии эластичная ткань внезапно сжимается, и семена выбрасываются с большой силой. Огурец-брызгалка легко выращивается в саду (семена можно приобрести у семеноводческих компаний), и плоды выбрасывают семена с большой силой, разбрасывая их на несколько метров.

Переносчики ветра. Семена, переносимые ветром, бывают двух основных видов: семена с крылышками, такие как плоские семена катальпы (рис. 251) и конусоносных деревьев, а также крылатки ясеня, вяза, тюльпанового дерева, айлантуса и клена; и семена с перьевыми буями или парашютами, позволяющими им парить в воздухе. К последнему типу относятся плоды многих сложноцветных растений, у которых пушок обильный и мягкий. Примерами являются одуванчик и чертополох. Шелковица молочая и, вероятно, волоски на семенах

хлопка выполняют аналогичную функцию, а также шерсть рогоза. Вспомните хлопковые семена ивы и тополя.



Рис. 251. Крылатые семена катальпы.

Распространение птицами. Семена ягод и других мелких мясистых плодов разносятся птицами на большие расстояния. Мякоть переваривается, но семена не повреждаются. Обратите внимание, как вишни, малины, ежевики, июньские ягоды и другие растения растут вдоль заборов, где отдыхают птицы. Некоторые ягоды и костянки сохраняются до глубокой зимы, когда они служат пищей для кедровых птиц, малиновок и зимних птиц. Красный кедр распространяется птицами. Многие из этих мясистых плодов () пригодны для употребления в пищу человеком, а некоторые из них были значительно увеличены или «улучшены» благодаря искусству садоводов. Семена обычно неперевариваемы.

Шишки. Многие семена и плоды имеют шипы, крючки и волоски, которые *прилипают* к шерсти животных и одежде. Лопух имеет оболочку с крючкообразными чешуйками,

содержащую плоды внутри. Клоп-клеювик также имеет оболочку. Оба являются сложными растениями, родственными чертополоху, но переносится не отдельные плоды, а вся головка. В некоторых сложных плодах хохолок имеет форму крючков и шипов, как у «испанских штыков» и «вил». Плоды различных видов известны как «липкие», например, у репейника и собачьего языка (). Те, кто гуляет по лесу в конце лета и осенью, знают, что растения имеют средства для распространения (рис. 252). Если невозможно определить, какие шишки нашли на одежде, семена можно посадить, и тогда можно вырастить экземпляры растения.



Рис. 252. — Поездка на халяву.

Предложения. — **174.** Какую выгоду получает растение от широкого распространения своих семян? **175.** Каковы основные способы распространения плодов и семян? **176.** Назовите некоторые взрывные плоды. **177.** Опишите плоды, распространяемые ветром. **178.** Какие семена переносят птицы? **179.** Опишите некоторые знакомые вам семена с колючками. **180.** Являются ли липкие плоды, как правило, раскрывающимися или нераскрывающимися? **181.** Как правило, растут ли крылатки на низких или высоких растениях? **182.** Находятся ли хлопковые волокна на семенах или на плодах? **183.** Назовите способы распространения распространенных сорняков в вашем регионе. **184.** В этом уроке будут предложены другие способы переноса семян (). Орехи зарывают белки в качестве пищи, но если их не съедают, они могут прорасти. Семена многих растений разносит по снегу ветер. Старые стебли сорняков, остающиеся на месте в течение зимы, могут служить для распространения растения. Семена переносятся водой по руслам рек и вдоль берегов. Вокруг шерстяных фабрик часто появляются странные растения, семена которых приносятся в шерсти. Иногда все растение

катится на многие километры под действием ветра. Такие растения называются «кустарниками-перекати-полями». Примерами являются русский чертополох, волосатая трава или перекати-поле (*Panicum capillare*), циклонное растение (*Cycloloma platyphyllum*) и белый амарант (*Amarantus albus*). Вокруг морских портов часто встречаются странные растения, завезенные в земле, которая используется на кораблях в качестве балласта. Эти растения обычно называют «балластными растениями». Большинство из них не живут долго. **185.** Растения способны распространяться благодаря большому количеству семян, которые они производят. Сколько семян может произвести один вяз, яблоня или куст малины?

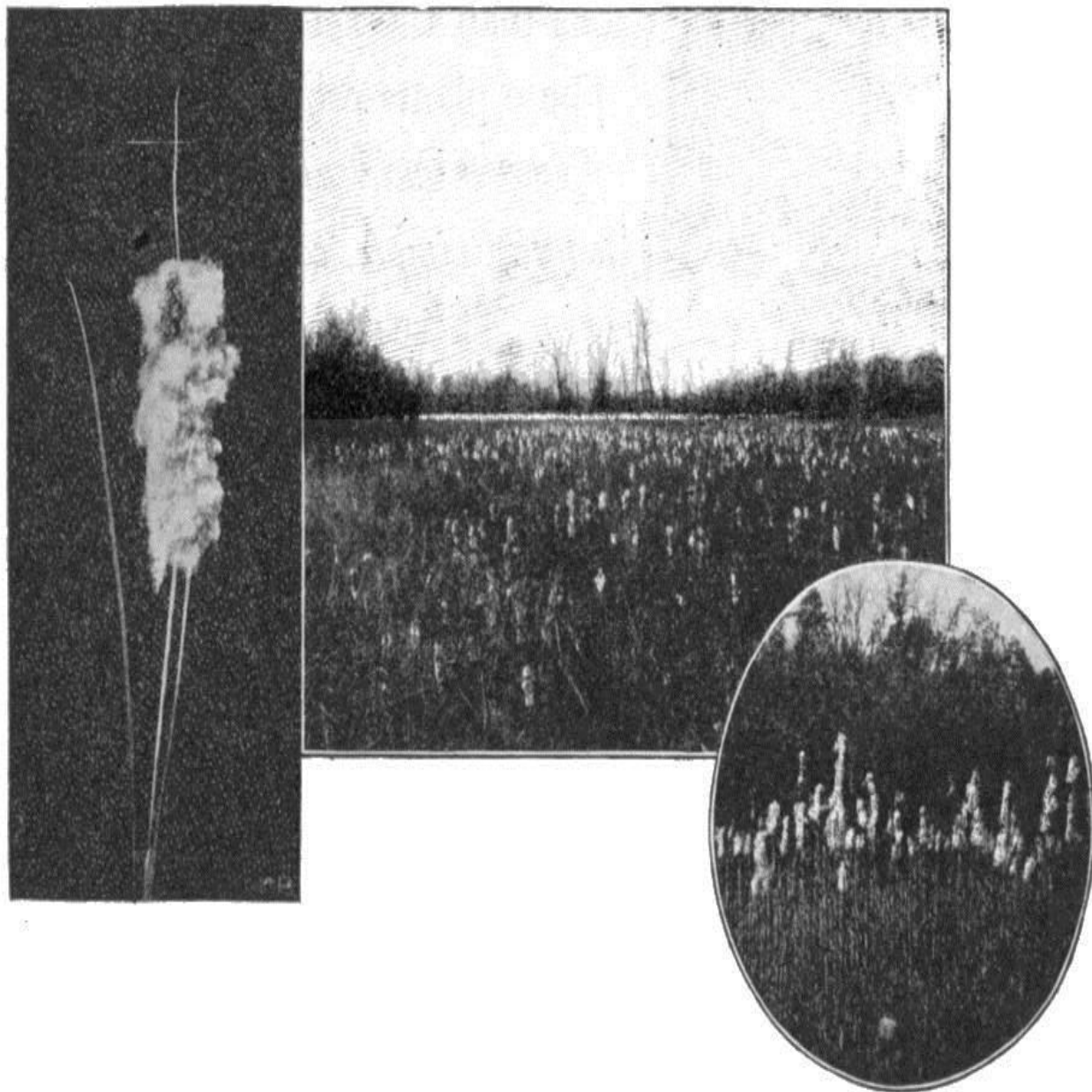


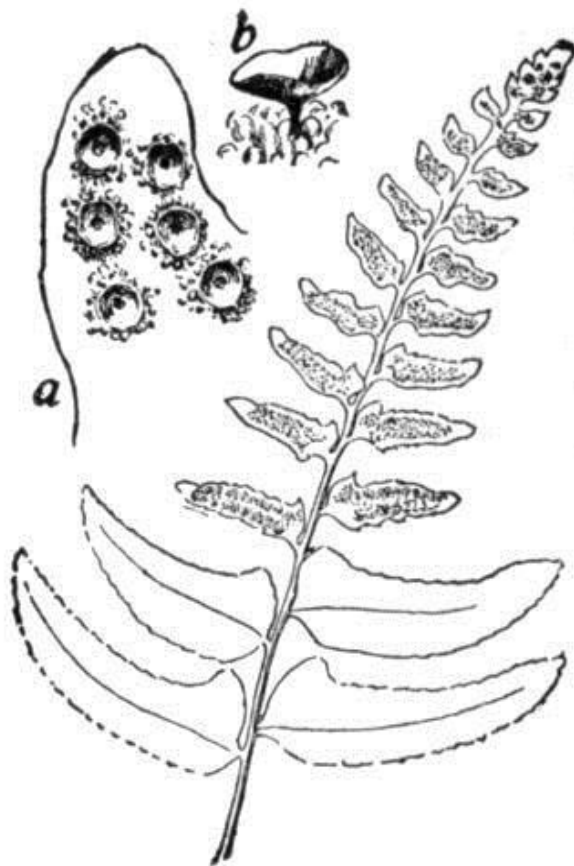
Рис. 253. Плоды рогоза осыпаются под воздействием ветра и погодных условий.

ГЛАВА XXIII

ФЕНОГАМЫ И КРИПТОГАМЫ

Растения, изученные до сих пор, производят цветы, а цветы производят **семена**, с помощью которых растение размножается. Однако есть и другие растения, которые не производят семян, и эти растения (включая бактерии) вероятно более многочисленны, чем семеноносные растения. Эти растения размножаются с помощью **спор**, которые являются половыми клетками, обычно простыми, не содержащими зародыша. Эти споры очень малы и иногда не видны невооруженным глазом.

Рис. 254. Рождественский папоротник



n.

Среди растений, раз
Обычный *рождественск*
зимой) показан на [рис. 2](#)
Листья папоротников н
листья. Некоторые листья на [рис. 254](#) видны более узкими в верхней части. Если их
рассмотреть более внимательно ([рис. 255](#)), то можно увидеть, что листочки сжаты и густо
покрыты снизу коричневыми тельцами. Эти тельца представляют собой скопления
спорангиев или **споровых коробочек**.

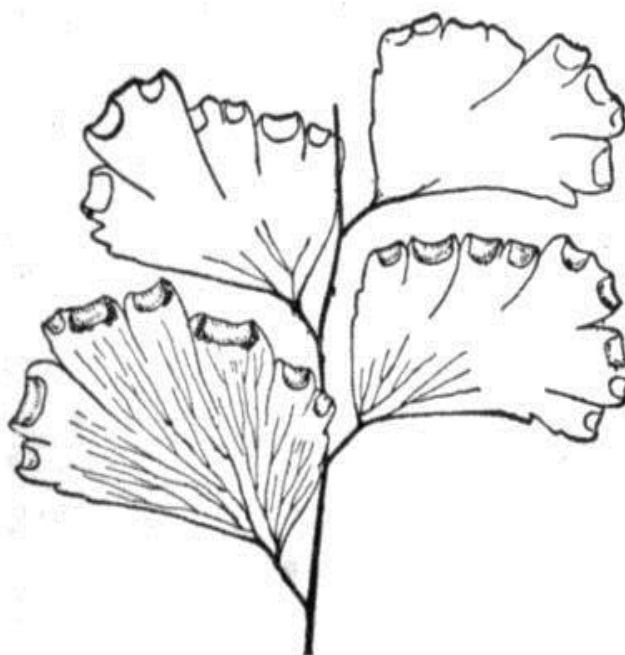
анимают *папоротники*.
что остается зеленым
растает прямо из земли.
ю форме, как и другие



Рис. 256. — Обыкновенный папоротник. *Polypodium vulgare*.

Рис. 257. Сори и спорангий папоротника. Вдоль верхней части спорангия расположена цепочка клеток, которая при высыхании упруго отскакивает, рассеивая споры.

Рис. 258. — Плоды тормоза под за



Е ПИННУЛЫ ПАПОРОТНИКА АДИАНТУМА.

Спорангии собраны в (единственное число — сорус) или **плодовые точки**. Каждый сорус покрыт тонкой чешуйкой или щитком, известным как **индузиум**. Этот индузиум отделяется от листа по краям, и спорангии обнажаются. Не все папоротники имеют индузиум. Полипод ([рис. 256, 257](#)) не имеет индузиума; соры у него голые. У папоротника-адиантума ([рис. 258](#)) и адиантума ([рис. 259](#)) край листа загнут и образует индузиум. Нефролепис или папоротник-меч, выращиваемый в теплицах, родственен полиподу. Сори расположены в один ряд по обе стороны от средней жилки ([рис. 260](#)). Индузиум имеет круглую или почкообразную форму и открыт по одному краю () или по всему периметру. Бостонский папоротник, вашингтонский папоротник, папоротник Пирсона и другие являются садовыми формами обычного мечевидного папоротника. У некоторых папоротников ([рис. 261](#)) весь лист сжимается, чтобы покрыть спорангии.

Рис. 260. — Часть листа меч



положена?

ля папоротника-адиантума.

Спорангий, или шарообразное тело, он лопаются, и споры

и более или менее зрелые. При созревании

В влажном, теплом месте *споры прорастают*. Они образуют небольшую, плоскую, тонкую, зеленую, более или менее сердцевидную мембрану ([рис. 262](#)). Это **проталлус**. Иногда протохондрия достигает в диаметре одного дюйма или более, но чаще ее размер меньше десятицентовой монеты. Хотя ее легко увидеть, она обычно неизвестна никому, кроме ботаников. Протохондрию часто можно найти в теплицах, где выращивают папоротники. Посмотрите на влажные каменные или кирпичные стены, или на твердую почву нетронутых горшков и грядок; или споры можно посеять во влажном, теплом месте.

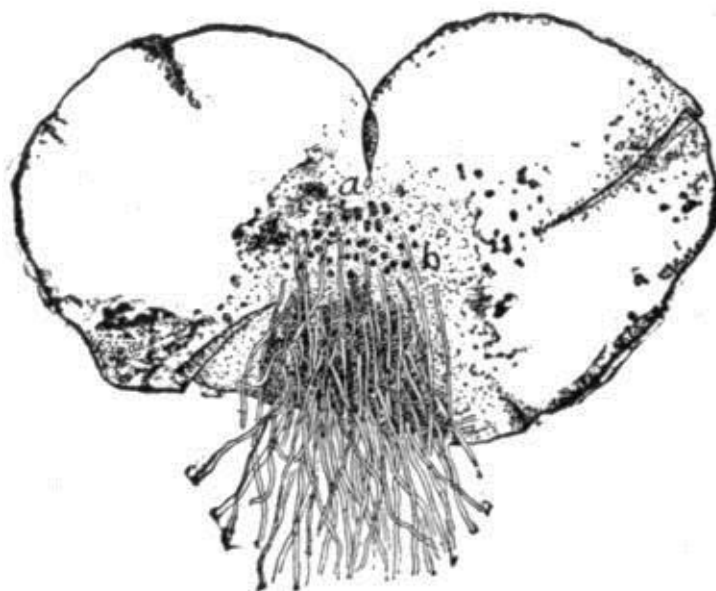


Рис. 262. ПРОТАЛЛУС ПАПОРОТНИКА. УВЕЛИЧЕННЫЙ.

Архегонии — *a*; антеридии — *b*.

На нижней стороне проталлиуса расположены два вида органов. Это **архегониум** (содержащий яйцеклетки) и **антеридиум** (содержащий сперматозоиды). Эти органы

представляют собой крошечные специализированные части проталлиуса. Их расположение на конкретном проталлиусе показано на [рисунке 262](#), но у некоторых папоротников они находятся на отдельных проталлиусах (растения двудомные). *Сперматозоиды выходят из антеридия и в воде, которая собирается на проталле, переносятся к архегонию, где происходит оплодотворение яйцеклетки.* Из оплодотворенной яйцеклетки вырастает растение, становясь «папоротником». В большинстве случаев проталл вскоре умирает. Проталл является **гаметофитом** (от греческого, означающего оплодотворенное растение).

Папоротник, возникающий из оплодотворенной яйцеклетки в архегонии, становится многолетним растением, ежегодно производящим споры из своих листьев (называемых **спорофитом**); но эти споры — которые являются просто отделившимися особыми видами клеток — производят проталлическую фазу папоротника, из которой возникают новые особи. *Папоротник оплодотворяется только один раз в течение своей жизни.* «Папоротник» производит споры, споры дают начало проталлусу, а яйцеклетка проталлуса (при оплодотворении) дает начало папоротнику.

Подобная **смена поколений** проходит через все растительное царство, хотя есть некоторые группы растений, в которых она очень неясна или, по-видимому, отсутствует. Она очень заметна у папоротников и мхов. У водорослей (включая морские водоросли) гаметофит является «растением», как его знают неботаники, а спорофит незаметен. *В эволюции растительного мира наблюдается общая тенденция к потере гаметофитом своего относительного значения и к увеличению размеров и более высокому уровню развития спорофита.* У семенных растений поколение спорофита является единственным, которое видят люди, не являющиеся ботаниками. Стадия гаметофита коротка, и его части невелики; она ограничивается временем оплодотворения.

Спорофит семенных растений, или «растение», как мы его знаем, производит два вида спор — один вид становится **пыльцевыми зернами**, а другой — **зародышевыми мешками**. Пыльцевые споры содержатся в спорангиях, которые объединены в так называемые **пыльники**. Зародышевый мешок, содержащий яйцеклетку, находится в спорангии, известной как **семяпочка**. *Гаметофитная стадия присутствует как в пыльце, так и в зародышевом мешке: происходит оплодотворение, и возникает спорофит.* Вскоре этот спорофит впадает в состояние покоя и становится **зародышем**. Зародыш заключен в плотно прилегающие оболочки, и все тело представляет собой **семя**. При благоприятных условиях семя прорастает, и спорофит превращается в траву, куст или дерево. Полезность смены поколений не понятна.

Споры папоротников находятся на листьях; споры семенных растений также находятся среди массы специально развитых заметных листьев, известных как **цветы**, поэтому эти растения известны как **цветущие растения**. Некоторые листья развиваются как оболочки (чашечка, венчик), а другие — как спороносные части, или **спорофиллы** (тычинки, пестики). Но споры низших растений, таких как папоротники и мхи, также могут находиться на специально развитой листе, так что граница между цветковыми и безцветковыми растениями не так четкая, как когда-то предполагалось. Единственное четкое различие между этими двумя классами растений заключается в том, что *один класс производит семена, а другой — нет.* Семенные растения в настоящее время часто называют **спермафитами**, но нет единого термина, который бы обозначал растения, не производящие семена. Для популярных целей вполне уместно использовать термины **«феногамы»** для семенных растений и **«криптогамы»** для остальных. В последние годы эти термины подвергаются критике, поскольку их этимология не отражает буквального значения (*феногам* означает «яркие цветы», а *криптогам* — «скрытые цветы»), но эти термины отражают четкие понятия в классификации. К криптогам относятся три большие серии

растений: **таллофиты** или водоросли, лишайники и грибы; **бриофиты** или мшистые растения; **птеридофиты** или папоротниковые растения.

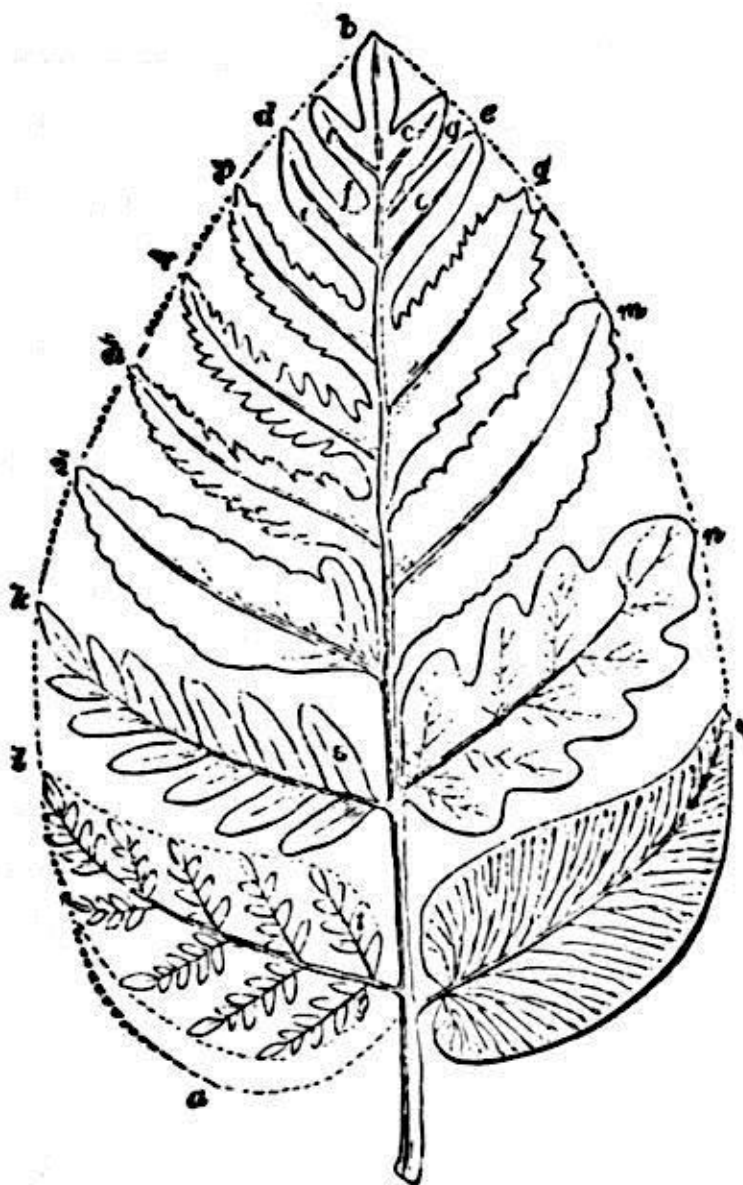


Рис. 263. — ДИАГРАММА, ОБЪЯСНЯЮЩАЯ ТЕРМИНОЛОГИЮ ЛИСТА.

Предложения.—**186.** *Части листа папоротника.* Основные полные деления листа называются пиннами, независимо от того, является ли лист перистым или нет. У папоротников слово «пинна» используется практически так же, как слово «листочек» у других растений с однократно сложными листьями. Вторичные листочки называются пиннулами, а в тройных или более сложных листьях последние полные части или листочки являются конечными пиннулами. Диаграмма (рис. 263) поможет прояснить этот вопрос. Если бы лист не был разделен до средней жилки, он был бы простым, но на этой диаграмме изображен сложный лист. Общий контур листа, ограниченный пунктирной линией, имеет овальную форму. Черенок очень короткий. Средняя жилка сложного листа называется рахисом. В декомпозированном листе этот главный рахис называется первичным рахисом. Сегменты (не разделенные до рахиса) видны на конце, вниз до h с одной стороны и до m с другой. Листочки показаны в точках i, k, l, o, n. Листочек o цельный; n зубчатый; i волнистый, с ушком у основания; k и l сложные. Листочка k имеет двенадцать цельных листочков. (Бывает ли когда-нибудь четное количество листочков на любой листочке?) Листочка l имеет девять сложных листочков, каждый из которых несет несколько цельных конечных листочков. *Споры.* — **187.** Положите зрелый плодоносящий лист любого папоротника на белую бумагу, верхней стороной вверх, и оставьте его в сухом, теплом месте. Споры выпадут на бумагу. **188.** Положите полностью выросшую (но не сухую)

шляпку гриба или мухомора нижней стороной вниз на лист чистой бумаги, под вентилируемую коробку в теплом, сухом месте. Через день поднимите шляпку.

ГЛАВА XXIV

ИЗУЧЕНИЕ КРИПТОГАМ

Ученик, освоивший навыки работы с составным микроскопом, может захотеть более глубоко изучить криптогамные отряды. В качестве примеров из различных групп были выбраны следующие растения. Папоротники достаточно подробно рассмотрены в предыдущей главе.

БАКТЕРИИ

Если обычное сено заварить в воде и оставить на несколько дней, оно станет мутным или непрозрачным, и капля под микроскопом покажет наличие мелких продолговатых клеток, плавающих в воде, возможно, с помощью многочисленных волоскообразных придатков, которые выступают через клеточную стенку из проплазмы внутри. На поверхности чашки, содержащей настой, клетки неподвижны и объединены в длинные цепочки. Каждая из этих клеток или организмов является *бактерией* (мн. ч. — *бактерии*). ([Рис. 135.](#))

Бактерии — это очень мелкие организмы, самые маленькие из известных, состоящие либо из отдельных продолговатых или сферических клеток, либо из цепочек, пластин или групп таких клеток, в зависимости от вида. Они обладают мембраноподобной стенкой, которая, в отличие от клеточных стенок высших растений, содержит азот. Наличие ядра окончательно не доказано. Размножение происходит путем деления вегетативных клеток, но при определенных условиях засухи, холода или истощения питательной среды протоплазма обычных клеток может покрываться толстой стенкой, образуя *эндоспору*, которая очень устойчива к экстремальным условиям окружающей среды. Половое размножение не известно.

Бактерии очень широко распространены как паразиты и сапрофиты почти во всех возможных местах. *Гниение* в значительной степени вызывается бактериями, сопровождающимся в тканях животных выделением зловонных газов. Некоторые виды растут в резервуарах и трубах водоснабжения, делая воду солоноватой и часто непригодной для питья. Некоторые виды *ферментации* (разложение или распад органических соединений, обычно сопровождающийся образованием газа) происходят благодаря этим организмам. Другие бактерии окисляют спирт до *уксусной кислоты* и производят *молочную кислоту* в молоке и *масляную кислоту* в масле. Бактерии живут во рту, желудке, кишечнике и на поверхности кожи животных. Некоторые выделяют вокруг себя желеобразные оболочки, другие выделяют серу или железо, придавая субстрату яркий цвет.

Если бы не бактерии, человек не мог бы жить на Земле, поскольку они не только участвуют в процессе разложения, но и играют важную роль в некоторых полезных для здоровья процессах растений и животных. В [главе VIII](#) мы узнали, как бактерии связаны с накоплением азота.

Бактерии имеют экономическое значение не только из-за их воздействия на материалы, используемые человеком, но и из-за *способности* некоторых видов *вызывать заболевания*. *Гной* вызывается сферической формой, *столбняк* или *тризм* — палочковидной формой, *дифтерия* — короткими продолговатыми цепочками, *туберкулез* или «чахотка» — более тонкими продолговатыми цепочками, а *брюшной тиф*, *холера* и другие заболевания — другими формами. Многие *заболевания животных и растений* вызываются бактериями. Болезнетворные бактерии называются *патогенными*.

Способность расти на других питательных веществах, кроме естественных, значительно облегчила изучение этих крошечных форм жизни. С помощью подходящих питательных сред и надлежащих мер предосторожности можно получить *чистые культуры* конкретных болезнетворных бактерий, с которыми можно проводить дальнейшие эксперименты.

Молоко является отличным местом сбора бактерий, поступающих из воздуха, с шерсти коровы и от доярки. Иногда в молоке содержатся болезнетворные микроорганизмы. Если каплю молока нанести на питательную среду (например, агар) и обеспечить надлежащую температуру, бактерии размножатся, и каждая из них сформирует колонию, видимую невооруженным глазом. Таким образом, можно подсчитать количество бактерий, изначально содержащихся в молоке.

Бактерии распространяются в воде, как возбудители брюшного тифа и холеры; в молоке и других жидкостях; в воздухе; на телах мух, лапах птиц и т. д.

Многие считают, что бактерии произошли от водорослей в результате потери хлорофилла и уменьшения размера в связи с приобретением более специализированного сапрофитного и паразитического образа жизни.

Водоросли

Водоросли составляют большую часть зеленой плавающей «пены», покрывающей поверхность прудов и других спокойных водоемов. Массы растений часто называют «лягушачьей слюной». Другие прикрепляются к камням, кускам дерева и другим предметам, погруженным в ручьи и озера, а многие встречаются на влажной земле и на капающих скалах. Помимо них, к этой категории относятся все растения, обычно известные как морские водоросли; последние обитают в соленой воде.

Простейшие формы водорослей состоят из одной сферической клетки, которая размножается путем многократного деления или расщепления. Многие из форм, встречающихся в пресной воде, являются нитчатыми, *т. е.* тело растения состоит из длинных нитей, простых или разветвленных. Такое тело растения называется *таллом*. Этот термин применяется к вегетативному телу всех растений, которые *не дифференцированы на стебель и листья*. Такие растения известны как *таллофиты* (с. [181](#)). Все водоросли содержат хлорофилл и способны усваивать углекислый газ из воздуха. Это отличает их от грибов.

Носток — на влажных камнях и сырой почве часто встречаются темные, полупрозрачные, нерегулярные или сферические желеобразные массы размером с горошину. Они состоят из колонии скрученных нитевидных водорослей, погруженных в желеобразную массу. Цепочка клеток в нити похожа на ожерелье. Каждая клетка однородна, без видимого ядра, сине-зеленого цвета, за исключением одной клетки, которая больше и прозрачнее остальных. Таким образом, растение принадлежит к группе *сине-зеленых водорослей*. Желеобразная масса, вероятно, служит для поддержания более равномерной влажности и обеспечения механической защиты. Размножение происходит исключительно путем разрыва нитей. Иногда некоторые клетки нити утолщаются, превращаясь в *покоющиеся споры*, но других форм спорообразования не происходит.



Рис. 264. Нить *OSCILLATORIA*, на которой видна одна мертвая клетка, где нить разорвется.

Oscillatoria — сине-зеленые наслоения, обнаруживаемые на влажной почве и в воде, часто показывают под микроскопом наличие нитчатых водорослей, состоящих из множества коротких однородных клеток ([рис. 264](#)). При внимательном наблюдении можно увидеть, как некоторые нити медленно колеблются взад и вперед, демонстрируя своеобразную способность к движению, характерную для этого растения. Размножение происходит путем разрыва нитей. Настоящего образования спор не происходит.



Рис. 265. *Нить спирогиры* с полосками хлорофилла. Ядро находится в *точке а*. Сколько клеток или частей клеток показано на этом рисунке?

Спирогира. — Одной из наиболее распространенных форм зеленых водорослей является спирогира ([рис. 265](#)). Это растение () часто составляет большую часть плавающей зеленой массы (или «лягушачьей слюны») на прудах. Ниткообразный характер таллома можно увидеть невооруженным глазом или с помощью лупы, но для тщательного изучения необходимо использовать микроскоп с увеличением в 200 раз или более. Нить разделена на длинные клетки поперечными стенками, которые, в зависимости от вида, бывают прямыми или имеют причудливую форму ([рис. 266](#)). Хлорофилл расположен в виде *красивых спиральных полос* у стенки каждой клетки. От характера этих полос растение и получило свое название. Каждая клетка снабжена *ядром* и другим *протоплазмой*. Ядро подвешено около центра клетки ([а, рис. 265](#)) на тонких нитях протоплазмы, расходящихся к стенке и заканчивающихся в определенных точках полосы хлорофилла. Остальная часть протоплазмы образует тонкий слой, выстилающий стенку. Внутренняя часть клетки заполнена клеточным соком. Протоплазма и ядро нелегко различимы, но если растение окрасить разбавленным спиртовым раствором эозина, они становятся четко видимыми.

Спирогира размножается вегетативно путем отрыва частей нитей, которые продолжают расти как новые растения. Споры покоя, которые могут оставаться в состоянии покоя в течение некоторого времени, образуются в процессе, известном как *конъюгация*. Две нити, лежащие рядом, выделяют короткие отростки, обычно из всех клеток длинной серии ([рис. 266](#)). Выросты или отростки из противоположных клеток растут друг к другу, встречаются и сливаются, образуя соединительную трубку между клетками. Протоплазма, ядро и хлорофилловая полоса одной клетки теперь проходят через эту трубку и соединяются с содержимым другой клетки. Затем вся масса окружается толстой целлюлозной стенкой, завершая таким образом образование *покоящейся споры*, или *зигоспоры* (*z*, [рис. 266](#)).

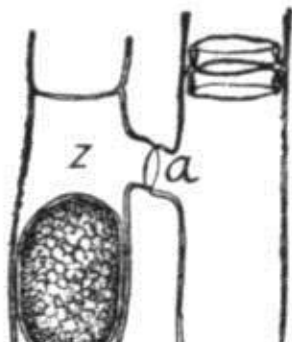


Рис. 266. — Конъюгация спирогиры. Слева — зрел

льные трубки.

Рис. 2

ла, освобожденный от желеобразной оболочки.

Zygnema — водоросль, близко родственна; практически такой же, но она отличается от каждой клетки вместо спиральной полосы, сод

ится в похожих местах. Ее жизненный цикл изобразных хлорофилловых тел ([рис. 267](#)) в

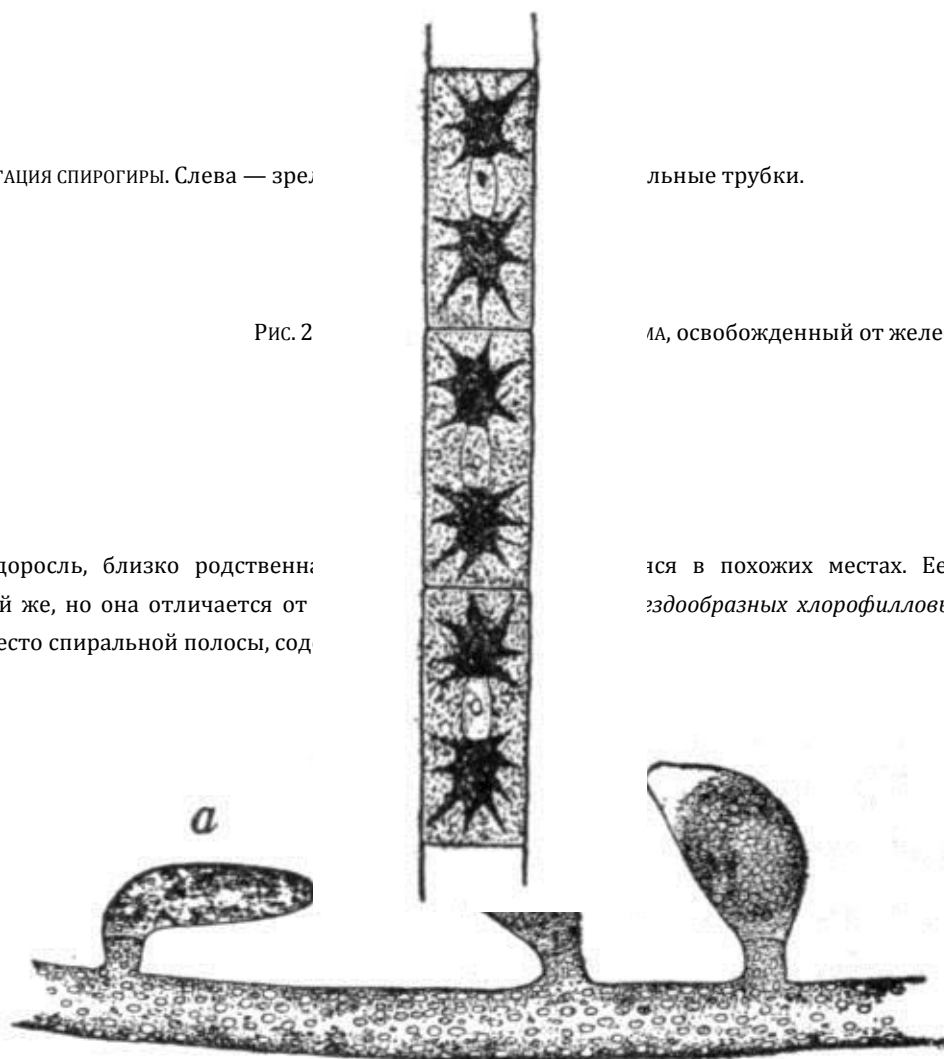


Рис. 268. Нить VAUCHERIA с оогониями и антеридиями.

Vaucheria — еще одна водоросль, распространенная в мелкой воде и на влажной почве. Таллос сильно разветвлен, но нити не разделены поперечными стенками, как у спирогиры. Растения прикрепляются с помощью бесцветных корнеподобных органов, очень похожих на корневые волоски высших растений: это *ризиды*. Хлорофилл находится в виде зерен, разбросанных по всей нити.

Vaucheria имеет особый способ бесполого размножения с помощью плавающих спор или *роевых спор*. Они образуются по отдельности в короткой расширенной боковой ветви, известной как *спорангий*. Когда спорангий лопается, все его содержимое выходит наружу, образуя одну большую роевую спору, которая плавает с помощью многочисленных ресничек на своей поверхности. Роевые споры настолько велики, что их можно увидеть невооруженным глазом. После некоторого времени плавания они оседают и прорастают, образуя новое растение.

Образование покоящихся спор ваухерии осуществляется с помощью специальных органов, *оогоний* (*о*, [рис. 268](#)) и *антеридий* (*а*, [рис. 268](#)). Оба эти органа представляют собой специально развитые ветви таллома. Антеридии имеют почти цилиндрическую форму и изогнуты в сторону оогоний. Верхняя часть антеридия отрезана поперечной стенкой, и внутри

нее образуются многочисленные реснитчатые *сперматозоиды*. Они выходят через разорванную верхушку антеридия. Оогонии более увеличены, чем антеридии, и имеют клювообразный выступ, немного повернутый в одну сторону от верхушки. Они отделены от нити таллома поперечной стенкой и содержат одну большую зеленую клетку — *яйцеклетку*. Верхушка оогония растворяется, и через отверстие проникают сперматозоиды. Таким образом происходит оплодотворение. После оплодотворения яйцеклетка покрывается толстой стенкой и превращается в покоящуюся спору — *ооспору*.

Фукус — это довольно крупные специализированные водоросли, принадлежащие к группе, известной как бурые водоросли, и прикрепленные диском к скалам морского побережья чуть ниже уровня прилива ([рис. 269](#)). Они твердые и прочные, чтобы противостоять воздействию волн, и прикреплены таким образом, чтобы не быть вымытыми на берег. Это очень распространенные водоросли. По форме растения длинные, ветвистые и многоклеточные, с плоскими или цилиндрическими ветвями. Они оливково-коричневого цвета. Размножаются отрывом ветвей. Как и у многих других водорослей, зооспоры не образуются, и размножение происходит исключительно половым путем. *Антеридии*, несущие *сперматозоиды*, и *оогонии*, каждая из которых несет восемь *яйцеклеток*, погружены в ямки или *концептакулы*. Эти ямки сгруппированы в набухших кончиках некоторых ветвей более светлого цвета (s, s, [рис. 269](#)). Яйцеклетки и сперматозоиды выходят из ямок, и оплодотворение происходит в воде. Созревшие яйца, или споры, непосредственно воспроизводят растение фукус.

Рис. 269. Фукус. Плодоносящие ве

льных пузыря.

Nitella — это крупная ветвистая водоросль, прикрепленная ко дну мелководья. Она состоит из одной цилиндрической клетки, и под микроскопом видно, что стенки клеток в благоприятных условиях проплазмированы (то есть способны к плазматическому обмену). Обратите внимание на

Рис. 270. — Нителла.

Эта водоросль встречается в виде пучков, состоящих из нескольких ветвей. Ветви состоят из нескольких междоузлий, состоящих из нескольких клеток. Под микроскопом видно, что внутри ветвей есть воздушные полости, внутри которых придают ветви жесткость и плавучесть (воздух находится в полостях).

Некоторые виды грибов известны своим неприятным запахом и формами и цветами, широко распространенными в полях, лесах и на пастбищах. В каждом доме обычные плесневые грибы являются знакомыми незваными гостями, появляясь на старом хлебе, овощах и даже в плотно закрытых банках с фруктами, где они образуют войлокоподобный слой, покрытый синим, желтым или черным порошком. Странное появление этих растений долгое

время озадачивало людей, которые считали их продуктами мертвой материи, на которой они росли, но теперь мы знаем, что плесень, как и любое другое растение, не может возникнуть спонтанно; она должна начинаться с чего-то, что аналогично семени. «Семя» в данном случае — это *спора*. Спора может быть произведена в результате *вегетативного процесса* (вырастая из обычных тканей растения) или может быть результатом *процесса оплодотворения*.

Благоприятные условия для роста грибов. Поместите кусок хлеба под влажный стеклянный колпак, а другой — в открытом месте поблизости. Посейте плесень на каждый из них. Отмечайте результаты день за днем. Увлажните третий кусок хлеба слабым раствором сульфата меди (синего витриола) или хлорида ртути, посейте плесень, накройте стеклянным колпаком, отмечайте результаты и объясняйте их. Выставьте кусочки разных видов пищи в влажной атмосфере и наблюдайте за появлением различных организмов. Грибы являются сапрофитами или паразитами и нуждаются в органическом веществе, на котором они могут расти. Обычно они наиболее распространены во влажных местах и в дождливые сезоны.



Рис. 271. — *MUCOR MUCEDO*, демонстрирую



MUCOR, некоторые из которых прорастают.

Плесень. — Одна из этих плесневых грибов (*Mucor mucedo*), которая очень часто встречается на всех гниющих фруктах и овощах, показана на [рис. 271](#) в несколько увеличенном виде. При плодоношении эта плесень выглядит как *плотная масса длинных белых волосков*, часто высотой более дюйма, торчащих из фрукта или овоща, на котором она растет.

Жизнь этого мукора начинается с крошечной округлой споры (*a*, [рис. 272](#)), которая оседает на гниющем материале. Когда спора прорастает, она выпускает тонкий нитевидный отросток, который быстро растет в длину и образует множество ветвей, которые вскоре проникают во все части вещества, на котором растет растение (*b*, [рис. 272](#)). Одна из этих нитей называется *гифой*. Все нити вместе образуют *мицелий* гриба. Мицелий разрушает материал, в котором он растет, и таким образом питает мукорное растение ([рис. 271](#)). Физиологически он соответствует корням и стеблям других растений.

Когда мицелий достигает возраста около двух дней, он начинает образовывать длинные плодоносящие стебли, которые мы заметили вначале. Для их изучения используйте сложный микроскоп с увеличением примерно в двести раз. Один из стеблей, увеличенный, показан на *a*, [рис. 274](#). Он состоит из округлой головки, *спорангия*, *sp*, поддерживаемой длинным, тонким стеблем, *спорангиофором*. Стебель отделен от спорангия стенкой, которая образуется у основания спорангия. Однако эта стенка не проходит прямо поперек нити, а изгибается вверх в спорангий, как перевернутая груша. Она известна как *колонна* (*c*). Когда спорангий помещают в воду, стенка немедленно растворяется и позволяет сотням спор, которые образовались в полости внутри спорангия, выйти наружу (*b*). Все, что остается от плода, — это стебель с грушевидной колонной на вершине (*c*). Споры, освободившиеся в результате разрушения стенки спорангия, теперь разносит ветер и другие агенты. Те, которые оседают в благоприятных местах, сразу же начинают расти и размножаться. Остальные вскоре погибают.

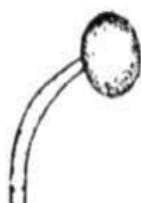
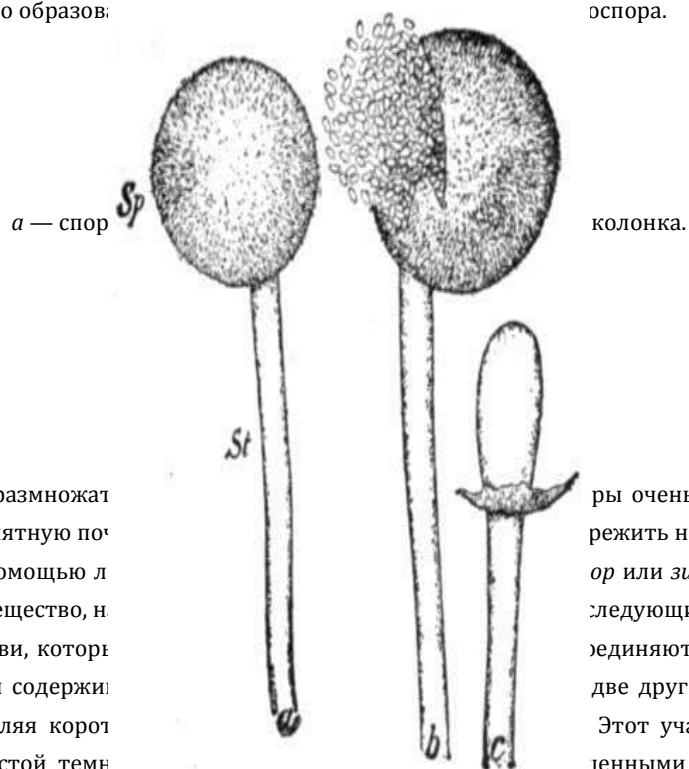


Рис. 273. — Мукор, справа видно образ:



Мукор может продолжать размножат
если не попадают на благоприятную поч
как зима. Это достигается с помощью л
на мицелии, погруженном в вещество, н
рядом, пускают короткие ветви, котор
концах, а, исчезают, позволяя содержи
удаленных точках, b, b, отделяя корот
размерах и покрывается толстой темн

ры очень хрупкие и обычно погибают,
режить неблагоприятные сезоны, такие
ор или зигоспор. Зигоспоры образуются
ледующим образом: две нити, лежащие
единяются ([рис. 273](#)). Затем стенки на
две другие стенки образуются в более
Этот участок теперь увеличивается в
ценными бугорками. Зигоспора теперь

созрела и после периода покоя прорастает, либо производя непосредственно спорангий, либо растущая в виде мицелия.
Зигоспоры мукоров являются одними из самых интересных и поучительных объектов среди низших растений. Однако их очень трудно получить. Один из мукоров (*Sporodinia grandis*) часто встречается летом, растущим на грибах. Это растение обычно производит зигоспоры, которые образуются на воздушном мицелии. Зигоспоры достаточно велики, чтобы их можно было распознать с помощью лупы. Материал можно высушить и сохранить для изучения зимой, или же зигоспоры можно подготовить для постоянных микроскопических препаратов обычным способом.

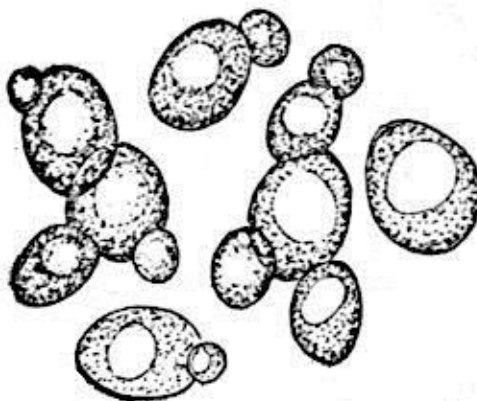


Рис. 275. — Дрожжевые растения.

Дрожжи — это очень упрощенный и простой грибок, состоящий, как правило, из отдельных сферических или эллиптических клеток ([рис. 275](#)), содержащих обильный протоплазм и, вероятно, ядро, хотя последнее нелегко наблюдать. Он быстро размножается путем *почкования*, которое заключается в постепенном выдавливании бородавчатого вздутия, которое рано или поздно отрывается у основания сужением, образуя таким образом отдельный организм. Несмотря на простоту структуры, дрожжи, как показывает метод образования спор, тесно связаны с некоторыми высшими группами грибов. При выращивании на специальных веществах, таких как картофель или морковь, содержимое клетки может образовывать споры внутри мешковидной материнской клетки, напоминая таким образом мешковидные грибы, к которым относятся синяя плесень и мучнистая роса. Дрожжевое растение примечательно своей способностью вызывать спиртовое брожение в среде, в которой оно растет.

Существует много видов дрожжей. Один из них содержится в обычных *дрожжевых кусках*. В процессе производства этих кусков дрожжевые клетки растут до определенной стадии, а затем материал сушат и формируют в небольшие куски, каждый из которых содержит большое количество дрожжевых клеток. Когда дрожжевой кусок добавляют в тесто и обеспечивают надлежащие условия тепла и влажности, дрожжи быстро растут и расщепляют сахар теста на углекислый газ и спирт. Это и есть *брожение*. Газы выходят и раздувают тесто, заставляя *хлеб подниматься*. В этом разрыхленном состоянии тесто выпекается; если его не выпекать достаточно быстро, *хлеб «падает»*. Взболтайте немного дрожжевого куска в слегка подслащенной воде: вода скоро станет мутной от растущих дрожжей.

Паразитические грибы. Большинство плесневых грибов являются сапрофитами. Многие другие грибы паразитируют на живых растениях и животных ([рис. 285](#)). Некоторые из них имеют сложный жизненный цикл, претерпевая много изменений, прежде чем снова образуется исходная спора. Иллюстрировать привычки паразитических грибов можно на примере *ивовой мучнистой росы* и обычной *ржавчины пшеницы*.

Ивовая плесень (Uncinula salicis).—Это один из мешковых грибов. Он образует белые пушистые пятна на листьях ивы () ([рис. 276](#)). Эти пятна состоят из многочисленных переплетенных нитей, которые под микроскопом можно распознать как мицелий гриба. Мицелий в этом случае живет на поверхности листа и питается, посылая короткие ветви в клетки листа, чтобы поглощать из них питательные вещества.

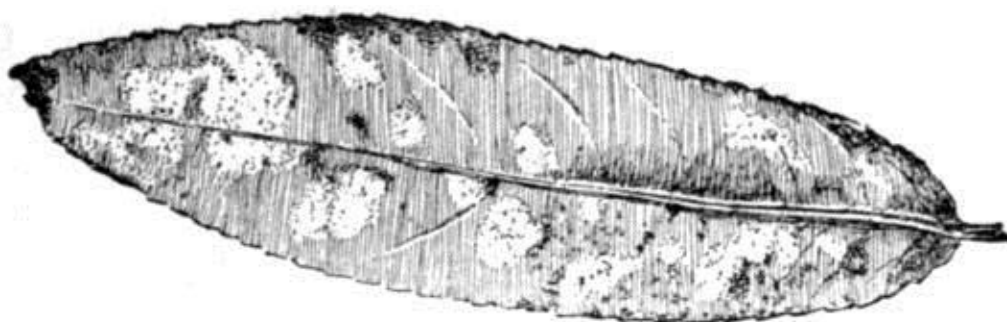


Рис. 276. Колонии ивовой плесени.

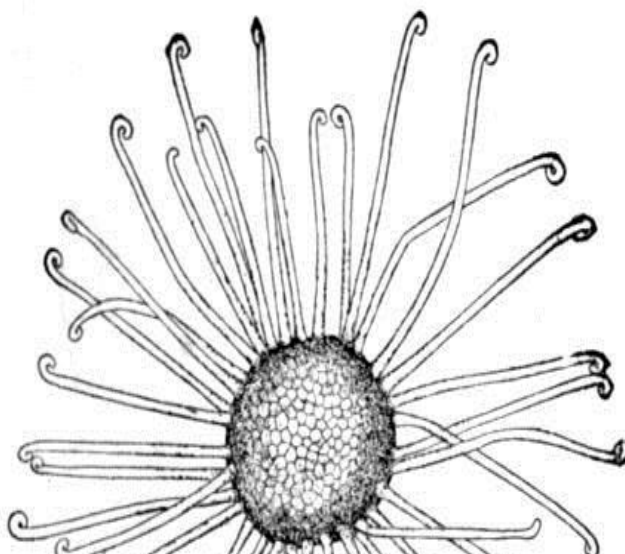


Рис. 277. Летние споры ивовой мучи

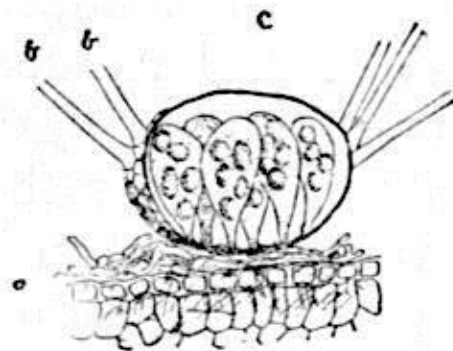


Рис. 279. — Срез перитеция ивы.

Многочисленные *летние споры* образуются из коротких, прямостоячих ветвей по всей белой поверхности. Одна из этих ветвей показана на [рис. 277](#). Когда она достигает определенной длины, верхняя часть начинает сегментироваться или делиться на споры, которые падают и разносятся ветром. Те, которые падают на другие ивы, размножают грибок там. Этот процесс продолжается все лето, но в конце сезона принимаются меры для сохранения плесени в течение зимы. Если внимательно рассмотреть некоторые белые пятна в июле или августе, среди нитей можно увидеть множество маленьких черных тел. Эти маленькие тела называются *перитециями*, показанными на [рис. 278](#). Невооруженным глазом они выглядят как крошечные пятнышки, но при увеличении в 200 раз они имеют очень интересный вид. Это полые сферические тельца, украшенные по краю бахромой из изогнутых волосков. Споры ивы, находящиеся в состоянии покоя, образуются в мешочках или *асках*, заключенных в кожистые перитеции. На [рисунке 279](#) показан поперечный срез перитеция с асками, выходящими из нижней части. Споры надежно удерживаются в перитециях (). Они не созревают осенью, а падают на землю вместе с листьями и остаются там, надежно защищенные среди мертвой листвы. Следующей весной они созревают и высвобождаются в результате разложения перитеции. После этого они готовы атаковать распускающиеся листья ивы и повторить работу предыдущего лета.



Рис. 280. — Сори, содержащие телеутоспоры ржавчины пшеницы.

Ржавчина пшеницы. Развитие некоторых видов ржавчины, таких как *ржавчина обыкновенной пшеницы (Puccinia graminis)*, еще более интересно и сложно, чем развитие плесени. Ржавчина пшеницы также является настоящим паразитом, поражающим пшеницу и некоторые другие злаки. Мицелий здесь не виден невооруженным глазом, поскольку состоит из нитей, которые находятся внутри растения-хозяина, в основном в межклеточных пространствах. Эти нити также посылают короткие ветви, или *гаустории* ([рис. 132](#)), в соседние клетки для поглощения питательных веществ.

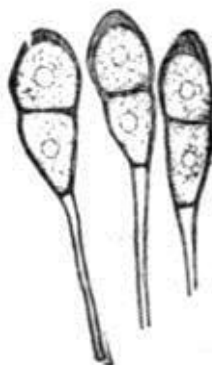


Рис. 281. Телеутоспора ржавчины пшеницы.

Споры покоя пшеничной ржавчины образуются в конце лета, когда их можно найти в виде черных линий, прорывающихся через эпидермис стебля пшеницы (стадия черной ржавчины). Они образуются в массах, называемых *сорами* ([рис. 280](#)), на концах многочисленных скученных мицелиальных нитей непосредственно под эпидермисом хозяина.

Отдельные споры очень малы и могут быть хорошо изучены только с помощью микроскопа высокой мощности ($\times$ около 400) (). Они представляют собой коричневые двухклеточные тела с толстой стенкой (рис. 281). Поскольку они являются покоевыми или зимними спорами, их называют *телеутоспорами* («завершенные споры»). Обычно они не опадают, а остаются в сорах в течение зимы. Следующей весной каждая клетка телеутоспоры дает довольно крепкую нить, которая не растет более чем в несколько раз по сравнению с длиной споры и заканчивается тупым концом. Эта зародышевая трубка, *промицелий*, теперь делится на четыре клетки поперечными стенками, которые формируются сверху вниз. Каждая клетка дает начало короткой заостренной ветви, которая в течение нескольких часов образует на своей вершине одиночную спору, называемую *споридием*. Она, в свою очередь, прорастает и образует мицелий. На рис. 282 изображена прорастающая телеутоспора, на которой видно промицелий (р), разделенный на четыре клетки (), каждая из которых образует короткую ветвь с небольшим споридием (s).

Рис. 282. ПРОРАСТАЮЩАЯ ТЕЛЕУТОСПОРА РЖАВЧИНЫ ПИ

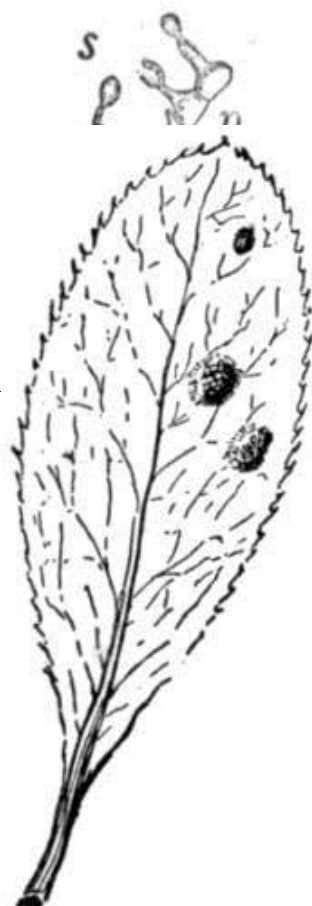


Рис. 283. ЛИСТ БАРБАРИСА С ГРОЗДЬЯМИ ЧАШЕЧЕК.

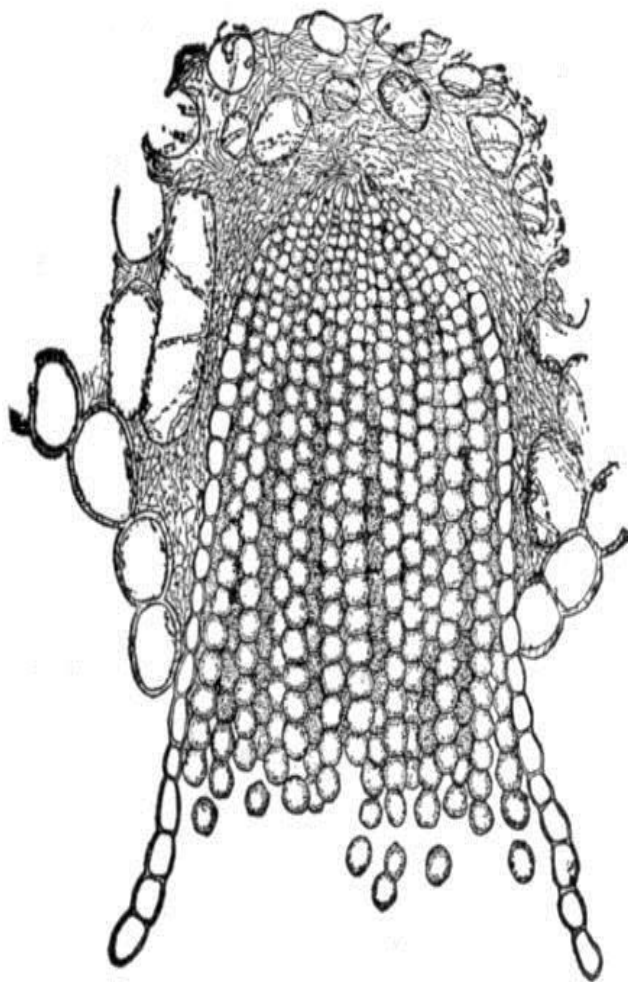


Рис. 284. — СРЕЗ СОЦВЕТИЯ НА ЛИСТЕ БАРБАРИСА.

Наиболее примечательным обстоятельством в жизненном цикле ржавчины пшеницы является тот факт, что мицелий, произведенный споридием, *может жить только в листьях барбариса*, и из этого следует, что если поблизости нет кустов барбариса, споридии в конечном итоге погибают. Те, которые случайно попадают на куст барбариса, сразу же прорастают, производя мицелий, который проникает в лист барбариса и растет в его тканях. Очень скоро грибок производит новый вид спор на листьях барбариса. Они называются *эцидиоспорами*. Они образуются длинными цепочками в маленьких бахромчатых чашечках, или *эцидиях*, которые появляются группами на нижней стороне листа ([рис. 283](#)). Эти оранжевые или желтые эцидии называются *кластерными чашечками*. На [рис. 284](#) показан поперечный срез одной из чашечек, на котором видны длинные цепочки спор и мицелий в тканях.

Эцидиоспоры образуются весной, и после того, как они высвобождаются, некоторые из них оседают на пшенице или других травах, где сразу же прорастают. Зародышевая трубка проникает в лист через устьица, откуда распространяется по клеткам пшеничного растения. Летом одноклеточные красноватые уредоспоры («споры ржавчины», стадия красной ржавчины) образуются аналогично телеутоспорам. Они способны прорасти немедленно () и служат для распространения гриба в течение лета на другие растения пшеницы или травы. В конце сезона снова образуются телеутоспоры, завершая жизненный цикл растения.

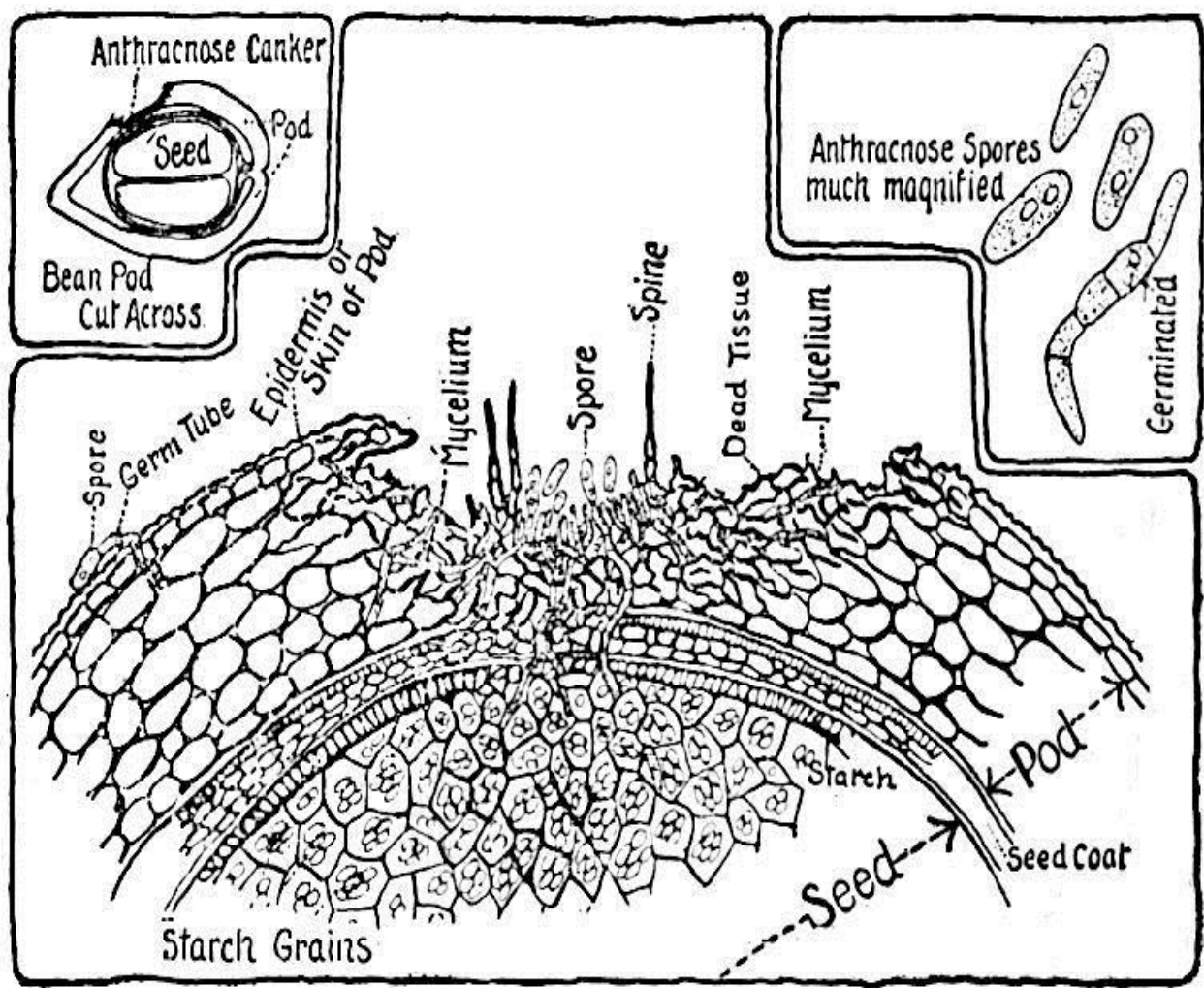


Рис. 285. — Как работает паразитический грибок. Антракноз на стручке фасоли, проникающий в фасоль. (Whetzel.)

Многие ржавчины, помимо *Puccinia graminis*, производят различные формы спор на разных растениях. Это явление называется *гетерозизмом* и впервые было обнаружено у ржавчины пшеницы. Любопытно, что европейские крестьяне заметили и утверждали, что кусты барбариса вызывают усыхание пшеницы задолго до того, как наука объяснила связь между гроздьями на барбарисе и ржавчиной на пшенице. Истинная связь была фактически доказана, как и в случае со многими другими ржавчинами на их соответствующих хозяевах, путем посева ацидиоспор на здоровые растения пшеницы и, таким образом, вызывая ржавчину. *Кедровая яблоня* — еще одна ржавчина, вызывающая странные вздутия, которые часто встречаются на ветвях красных кедров. Весной телеутоспоры вытекают из «яблока» в виде коричневато-желтых масс. Было обнаружено, что они поражают различные фруктовые деревья, вызывая появление эцидий на их листьях. [На рис. 285](#) объясняется, как работает паразитический грибок.

Дождевики, грибы, мухоморы и пластинчатые грибы. — Они представляют собой так называемые *высшие грибы* из-за размера и сложности тела растения, а также из-за того, что они, по-видимому, находятся на конце одной линии эволюции. Нити мицелия срастаются в обширные пряди в гнилом дереве или в почве и образуют большие сложные наросты мицелия, связанные с , с помощью которых распространяются споры. Эти надземные части — единственные, которые мы обычно видим и которые составляют «грибную» часть ([рис. 131](#)). Производятся только бесполое споры (*базидиоспоры*) на коротких ножках (*базидиях*) ([рис. 286](#)). У дождевиков споры заключены в оболочку и составляют большую часть «дыма». У грибов и мухоморов они находятся на *жабрах*, а у пластинчатых грибов ([рис. 134](#)) — на стенках мелких пор нижней стороны. Мицелий этих пластинчатых грибов часто живет и растет в течение длительного времени, скрытый в субстрате, прежде чем появляются видимые плодовые тела. Практически все гниение древесины вызвано таким ростом, и ущерб в основном наносится до появления плодовых тел. Другие сведения о грибах см. [в гл. XIV](#).

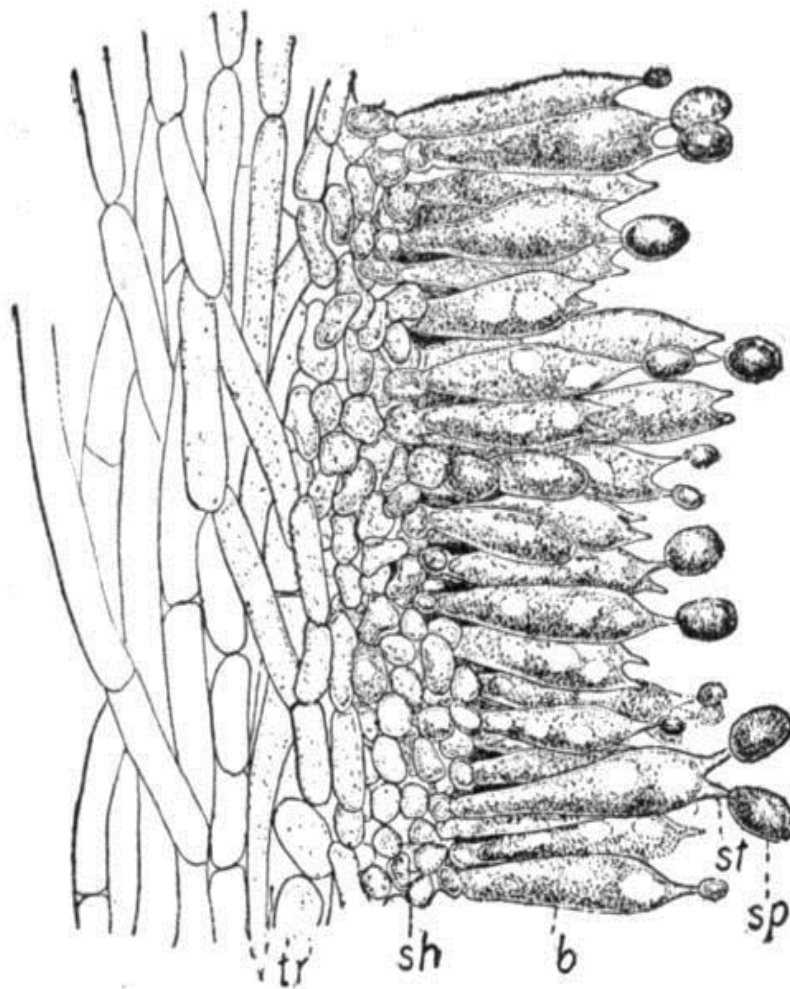


Рис. 286. — Часть жабры культивируемого гриба.

tr, трама; *sh*, гимениум; *b*, базидиум; *st*, стеригма; *sp*, спора. (Аткинсон.)

ЛИШАЙНИКИ

Лишайники настолько распространены повсюду, что внимание студента обязательно привлекут они. Они растут на скалах, стволах деревьев ([рис. 287](#)), старых заборах и на земле. Они тонкие, обычно серые, рваные объекты, казалось бы, безжизненные. Их изучение слишком сложно для начинающих, но несколько слов объяснения могут быть полезны.

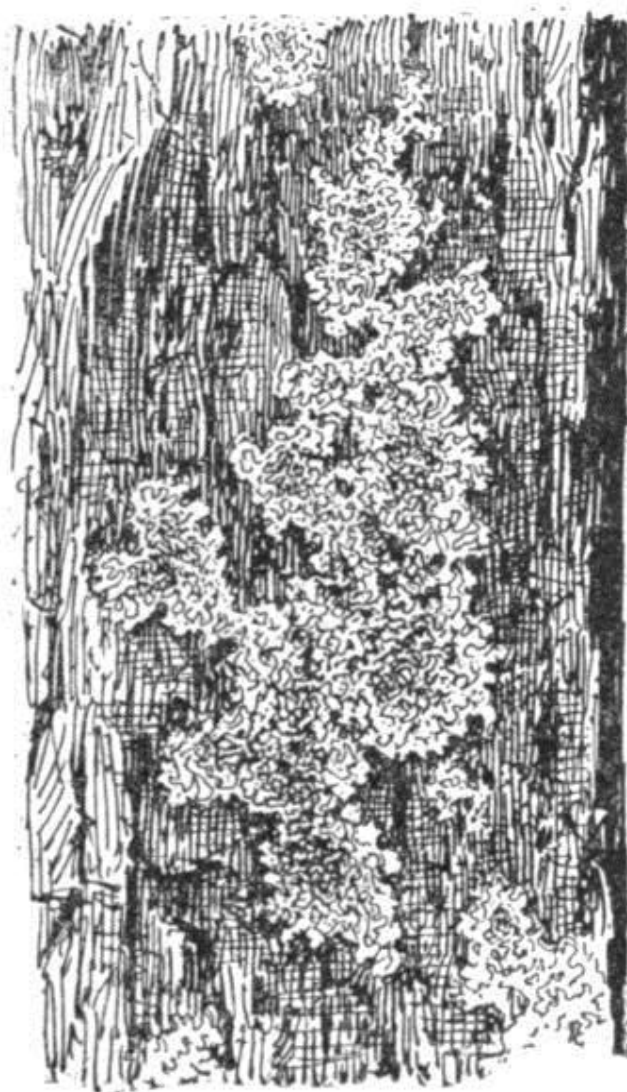


Рис. 287. Лишайник на стволе дуба. (Вид *Physcia*.)

Раньше считалось, что лишайники являются отдельным или самостоятельным отделом растений. Сейчас известно, что они являются организмами, каждый вид которых представляет собой постоянную ассоциацию гриба и водоросли. Таллус обычно состоит из грибного мицелия или ткани, внутри которой определенным образом распределены заключенные водоросли. В результате образуется организм, не похожий ни на один из компонентов. Это объединение водорослей () и грибов обычно называют *симбиозом*, или взаимовыгодным ростом: водоросли обеспечивают одни вещества, грибы — другие, и вместе они способны выполнять работу, которую ни один из них не мог бы выполнить самостоятельно. Другие считают этот союз мягкой формой паразитизма, при которой гриб получает выгоду за счет водорослей. В пользу этой точки зрения приводятся факты, что каждый компонент способен расти независимо, и что в таких условиях клетки водорослей, по-видимому, развиваются лучше, чем когда они заключены грибом.

Лишайники размножаются с помощью *соредий*, которые представляют собой крошечные части, отделенные от тела таллома и состоящие из одной или нескольких клеток водорослей, поросших нитями гриба. Их легко наблюдать во многих лишайниках. Они также производят споры, обычно аскоспоры, которые всегда являются продуктом грибкового элемента и которые размножают лишайник, прорастая в присутствии клеток водорослей, к которым гифы немедленно прилипают.

Лишайники встречаются в самых негостеприимных местах и с помощью выделяемых ими кислот атакуют и медленно разрушают даже самые твердые породы. Сделав тонкие срезы таллома острым бритвом и исследуя их под сложным микроскопом, легко различить два компонента во многих лишайниках.

ПЕЧЕНОЧНИКИ

Печеночники — это своеобразные плоские зеленые растения, которые обычно встречаются на влажных скалах и в других влажных, тенистых местах. Они часто встречаются в теплицах, где почва постоянно увлажнена. Одним из самых распространенных печеночников является *Marchantia polymorpha*, два растения которого показаны на [рис. 288, 289](#). Растение состоит из лентообразного таллома, который ползет по земле, многократно разветвляясь по мере роста. Конец каждой ветви всегда имеет заметную выемку. По центру каждой ветви таллома проходит заметная средняя жилка. На нижней стороне таллома, особенно вдоль средней жилки, имеются многочисленные ризоиды, которые выполняют функцию корней, поглощая питательные вещества из земли и удерживая растение на месте. Верхняя поверхность таллома разделена на мелкие ромбовидные участки, которые можно увидеть невооруженным глазом. Каждая из этих областей пронизана небольшими дыхательными порами или устьицами, которые ведут в полость, расположенную непосредственно под эпидермисом. Это пространство окружено клетками, содержащими хлорофилл, некоторые из которых расположены рядами от дна полости ([рис. 290](#)). Таким образом, нежная ассимилирующая ткань находится в тесном контакте с внешним воздухом через поры в толстом защитном эпидермисе.

Рис. 288.



Рис. 289.

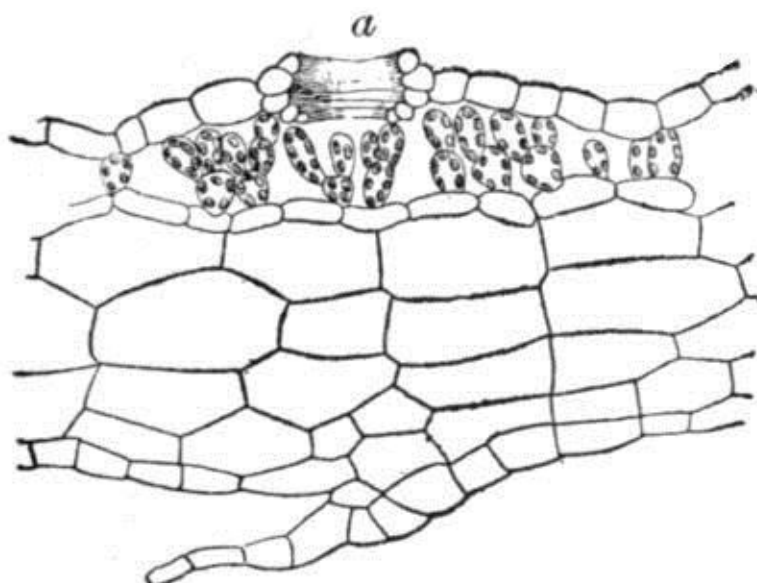


Рис. 290. — СРЕЗ ТАЛЛОМА МАРЛАНГИИ. УСТЬИЦА В *точке а*.

В различных точках средней жилки находятся маленькие чашечки, содержащие небольшие зеленые тельца. Эти тельца — это почки или *геммы*, которые являются отростками клеток в нижней части чашечки. Они отрываются и затем разносятся дождем в другие места, где укореняются и вырастают в новые растения.

Наиболее поразительными органами на таллосе маркантии являются своеобразные стебельчатые тельца, показанные на [рис. 288, 289](#). Они называются архегониофорами и *антеридиофорами* или *рецептакулами*. Их строение и функции очень интересны, но их части настолько малы, что их можно изучать только с помощью микроскопа с увеличением от 100 до 400 раз. Увеличенные рисунки помогут ученику.

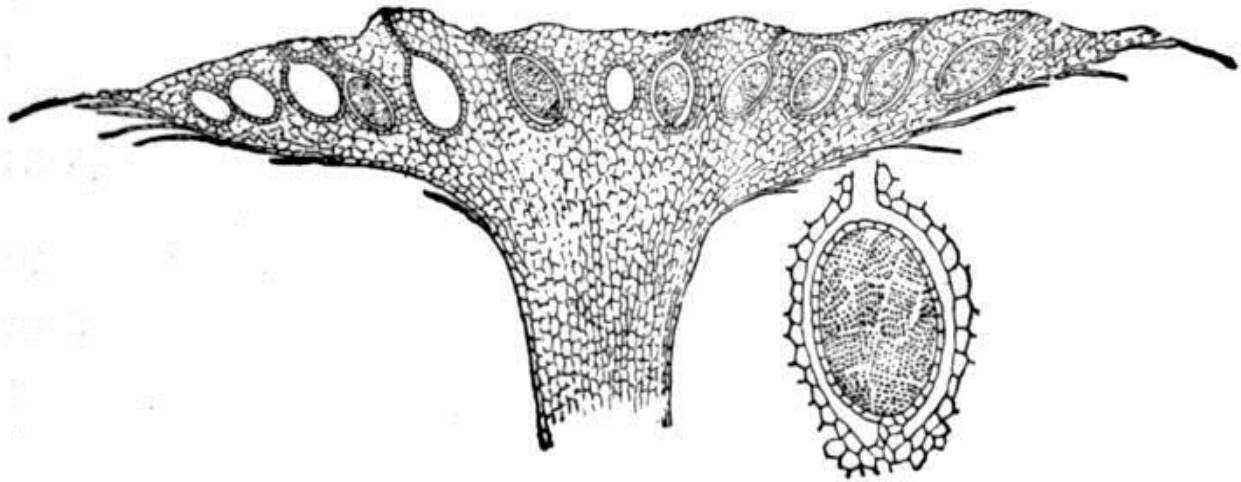


Рис. 291. — СРЕЗ АНТЕРИДИОФОРА МАРКАНТИИ, ПОКАЗЫВАЮЩИЙ АНТЕРИДИИ. Один антеридий увеличен.

Антеридиофоры представляют собой мясистые лопастные диски, расположенные на коротких стеблях ([рис. 291](#)). На верхней поверхности диска видны отверстия, едва различимые невооруженным глазом. Однако на разрезе диска, как показано на [рис. 291](#), видно, что поры ведут в продолговатые полости () в рецептакуле. От основания каждой полости отходит толстое, дубовидное тело — *антеридий*. Внутри антеридия образуется множество сперматозоидов, которые способны плавать в воде с помощью прикрепленных к ним длинных ресничек или ресничек. Когда антеридий созревает, он лопаётся и выпускает реснитчатые сперматозоиды.

Архегониофоры также приподняты на стеблях ([рис. 289](#)). Вместо простого диска рецептакул состоит из девяти или более пальцевидных лучей. Вдоль нижней стороны лучей, между тонко бахромистыми завесами, расположены своеобразные флакообразные тела, или *архегонии*. Архегонии не видны невооруженным глазом. Их можно изучать только с помощью микроскопа ($\times$ около 400). Один из них в значительном увеличении представлен на [рис. 292](#). Его основными частями являются длинная *шейка*, *a*, и округлая *брюшная часть*, *b*, окружающая большую свободную клетку — яйцеклетку.

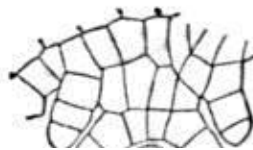
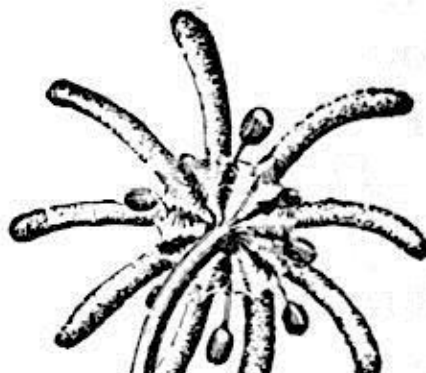


Рис. 292. АРХЕГониум МАРКАНТИИ.



– АРХЕГониофор со СПОРОГониями МАРЛАНТИИ.

Мы видели, что антеридий в зрелом состоянии выделяет свои сперматозоиды. Они плавают в воде, поступающей с росой и дождем. Некоторые из них в конце концов попадают в архегонии и яйцеклетки, которые оплодотворяются, как пыльца оплодотворяет семечки высших растений.

После оплодотворения яйцеклетка развивается в спорую капсулу или *спорогонию*. Зрелые споровые капсулы можно увидеть на [рис. 293](#). Они состоят из овальной споровой капсулы на коротком стебельке, основание которого погружено в ткань рецептакуля, откуда оно получает питание, необходимое для развития спорогонии. При созревании спорогонииум разрывается на верхушке, высвобождая сферические споры вместе с многочисленными нитевидными образованиями со спирально утолщенными стенками ([рис. 294](#)). Эти нитевидные образования называются *элатерами*. При высыхании они совершают быстрые движения, с помощью которых споры рассеиваются. Споры прорастают и снова образуют талломы маркантии.

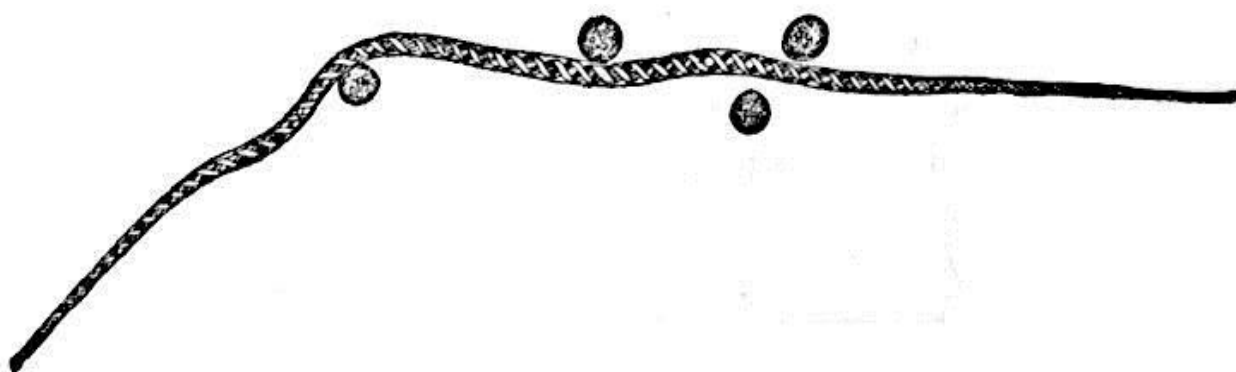


Рис. 294. Споры и элатеры маркантии.



Рис. 295. — *Polytrichum commune*. *f, f* — плодоносящие растения, одно слева с плодами, *m* — растение с антеридиями.

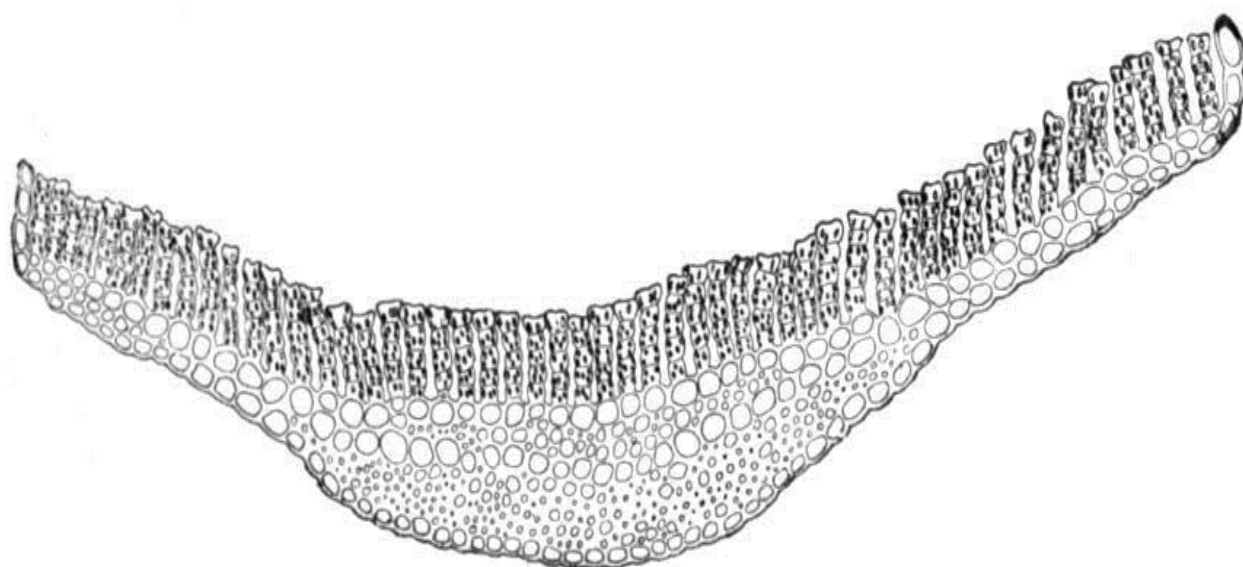


Рис. 296. — СРЕЗ ЛИСТА POLYTRICHUM COMMUNE.

Мохи (Bryophyta)

Если мы внимательно следили за развитием маршантии, то изучение одного из мхов будет сравнительно легким. Мхи — более знакомые растения, чем печеночники. Они растут на деревьях, камнях и на почве как во влажных, так и в сухих местах. В качестве примера можно привести один из распространенных крупных мхов, известный как *Polytrichum commune*, [рис. 295](#). Это растение растет на довольно сухих холмах, в основном на окраинах открытых лесов, где образует большие заросли. В сухую погоду эти заросли имеют красновато-коричневый вид, но когда они влажные, они образуют красивые зеленые подушки. Этот цвет обусловлен, во-первых, цветом старых стеблей и листьев, а во-вторых, особым действием зеленых живых листьев под влиянием изменяющихся условий влажности. Внутренняя или верхняя поверхность листа покрыта тонкими продольными ребрами из тонких клеток, содержащих хлорофилл. Эти клетки показаны в поперечном сечении на [рис. 296](#) в виде точек или гранул. Все остальные ткани листа состоят из толстостенных пробковых клеток, которые не пропускают влагу. Когда воздух влажный, зеленые листья расправляются, обнажая хлорофилловые клетки, но в сухую погоду края листьев закручиваются внутрь, и листья плотно прижимаются к стеблю, защищая таким образом нежные ассимилирующие ткани.

Антеридии и архегонии политрихума расположены группами на концах ветвей на разных растениях (многие мхи имеют оба органа на одной ветке). Они окружены оболочками из характерных листьев, называемых *перихетиями* или *перихетальными листьями*. Многоклеточные волоски, известные как *парафизы*, разбросаны среди архегоний и антеридий. Обертки с органами, расположенными внутри них, называются *рецептакулами* или, менее уместно, «цветками мха». Как и у *marchantia*, органы очень мелкие и для их изучения необходимо сильное увеличение.



Рис. 297. — СРЕЗ РЕЦЕПТАКУЛА POLYTRICHUM COMMUNE, показывающий парафизы и антеридии.

Антеридии расположены в широких чашеобразных рецептакулах на антеридиальных растениях ([рис. 297](#)). Они очень похожи на антеридии *marchantia*, но стоят свободно среди парафиз и не погружены в полости. При созревании они лопаются и выпускают *сперматозоиды*. У *Polytrichum*, когда рецептакулы выполнили свою функцию, стебель продолжает расти из центра чашечки (т, [рис. 295](#)). Архегонии расположены в других рецептакулах на разных растениях. Они похожи на архегонии *Marchantia*, за исключением того, что они стоят вертикально на конце ветви.

Спорогоний, который развивается из оплодотворенной яйцеклетки, показан на *а, б*, [рис. 295](#). Он состоит из длинного коричневого стебля, на вершине которого находится споровый мешок. Основание стебля встроено в конец стебля мха, который питает его. Капсула полностью окружена волосатой шапочкой, *калиптрой*, *б*. Калиптра на самом деле является остатком архегония, который на время увеличивается в размерах, чтобы вместить и защитить молодую растущую капсулу. В конце концов она отрывается и уносится на споровом мешке. Устье капсулы закрыто круглой крышкой, *оперкулумом*, имеющим конический выступ в центре.

Оперкулум вскоре отпадает или может быть удален, обнажая бахрому из шестидесяти четырех зубцов, охраняющих отверстие капсулы. Это кольцо зубцов известно как *перистом*. У большинства мхов зубцы демонстрируют своеобразные гигроскопические движения: когда они влажные, они изгибаются наружу, а при высыхании изгибаются внутрь, к отверстию капсулы. Как можно заметить, это движение служит для постепенного рассеивания спор в течение длительного периода времени.

Не вся капсула заполнена спорами. В ней нет элатеров, но центр капсулы занимает столбчатая полоска ткани, *колонка*, которая расширяется у отверстия в тонкий мембранный диск, закрывающий все отверстие капсулы, за исключением узкой кольцевой щели, защищаемой зубцами. У этого мха кончики зубцов прикреплены к краю мембраны, что позволяет спорам просеиваться через промежутки между ними.

Когда споры прорастают, они образуют зеленую ветвистую нить, *протонему*. Это приводит к появлению мхов, которые выглядят как маленькие почки на нити. Когда мхи пускают свои маленькие ризоиды в землю, протонема умирает, поскольку она больше не нужна для поддержки маленьких растений, и мхи растут самостоятельно.

Funaria — мох, очень распространенный на влажной, открытой почве. Он образует зеленые пятна из мелких тонких листьев, из которых вырастают длинные коричневые стебли, заканчивающиеся изогнутыми капсулами ([рис. 298](#)). Структура похожа на структуру политрихума, за исключением отсутствия пластин на нижней стороне листьев, непрерывного роста стебля, изогнутой капсулы, двойного перистоста, однодомных, а не двудомных рецептакулов и почти гладкой несимметричной калиптры.



Рис. 298. — FUNARIA HYGROSCOPICA.

Хвощи (Pteridophyta)

Существует около двадцати пяти видов хвощей, составляющих единственный род уникального семейства *Equisetaceae*. Среди них *E. arvense* ([рис. 299](#)) широко распространен на глинистых и песчаных почвах.

У этого вида питание и производство спор осуществляются отдельными побегами из подземного корневища. Плодоносящие ветви появляются ранней весной. Стебель, высотой от 3 до 6 дюймов, состоит из ряда цилиндрических, бороздчатых междоузлий, каждое из которых у основания покрыто кругом чешуйчатых листьев. Побеги имеют бледно-желтый цвет. Они не содержат хлорофилла и питаются запасами питательных веществ, накопленными в корневище ([рис. 299](#)).

Споры образуются на специально развитых плодоносящих листьях или *спорофиллах*, которые собираются в колос или шишку на конце стебля (*a*, [рис. 299](#)). Один спорофилл показан на *рисунке b*. Он состоит из короткого стебля, расширяющегося в широкую грибовидную головку. На его нижней стороне находится несколько крупных *спорангиев*. Споры, образующиеся в спорангиях, представляют собой очень интересные и красивые объекты для изучения под микроскопом (увеличение примерно 200 раз) (*c*). Они имеют форму сферических зеленых тел, каждое из которых окружено двумя спиральными полосками, прикрепленными к споре в месте их пересечения (*s*). Эти полоски проявляют гигроскопические движения, благодаря которым споры запутываются и удерживаются вместе. Как мы увидим, это выгодно для растения. Все споры одинаковы, но некоторые *проталлия* вырастают до большего размера, чем другие. Большие проталлия производят только архегонии, а меньшие — *антеридии*. Оба этих органа очень похожи на органы папоротников, и оплодотворение происходит таким же образом. Поскольку проталлии обычно двудомные, легко понять особое преимущество спиральных полос, удерживающих споры вместе, так что оба вида проталлий могут находиться в

непосредственной близости друг от друга. Как и у папоротника, оплодотворенная яйцеклетка развивается в растение экизетума.

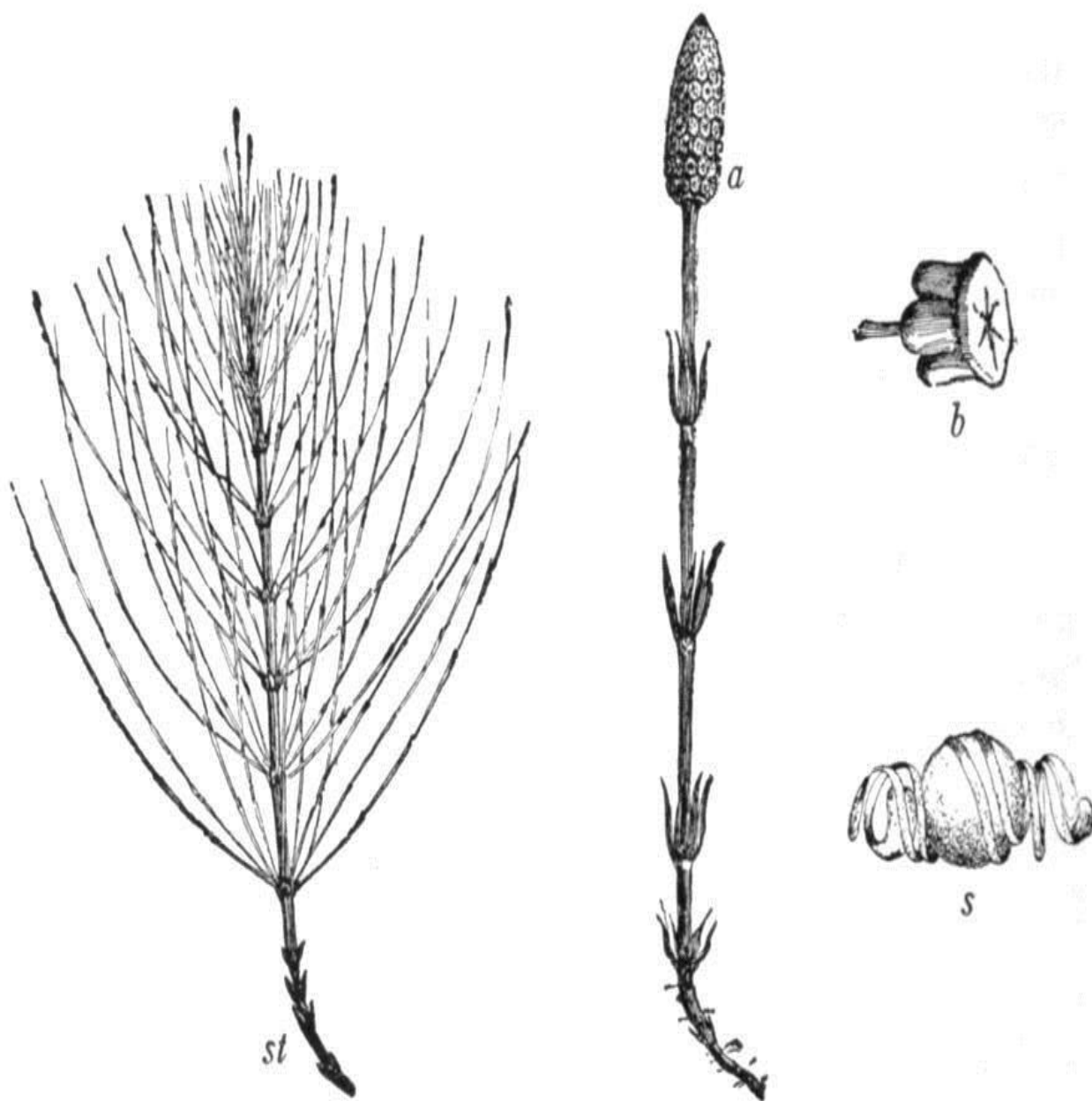


Рис. 299. — *EQUISETUM ARVENSE*.

st, стерильный побег; *f*, плодоносящий побег с колосом в точке *a*; *b*, спорофилл со спорангиями; *s*, спора.

Бесплодные побеги (*st*, [рис. 299](#)) появляются гораздо позже в сезоне. Они дают начало повторяющимся мутовкам угловатых или бороздчатых ветвей. Листья представляют собой сильно уменьшенные чешуйки, расположенные на междоузлиях. Стебли снабжены хлорофиллом и действуют как ассимилирующая ткань, питая корневище и плодоносящие побеги. Питательные вещества также хранятся в специальных клубнях, развивающихся на корневище.

Другие виды хвоща имеют только один вид побегов — высокий, твердый, безлистный, зеленый побег с колосом на верхушке. Стебли хвоща полны кремнезема, и их иногда используют для чистки полов и посуды; отсюда и происходит общее название «чистящийся тростник».

Изоэты (Pteridophyta)

Изоэты или перовидные водоросли обычно встречаются в воде или на влажной почве на берегах прудов и озер. Общий вид растения показан на [рис. 300, а](#). Оно состоит из короткого многолетнего стебля с многочисленными прямостоячими, перовидными листьями с широкими оболочечными основаниями. Эти растения часто принимают за молодую траву.

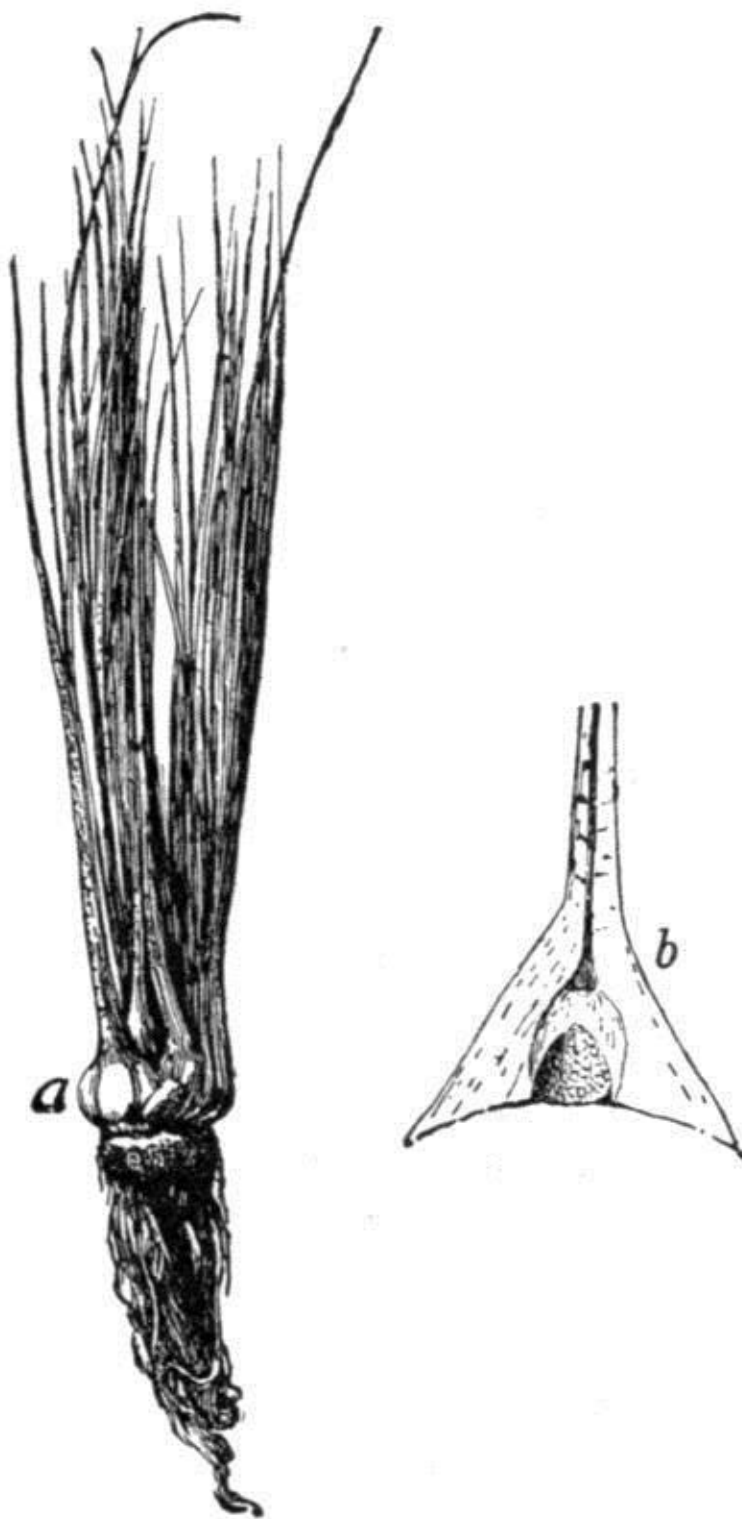


Рис. 300. — *Изоэты*, показывающие форму растения в точке *a*; *b*, основание листа, показывающее спорангий, велум и лигулу.

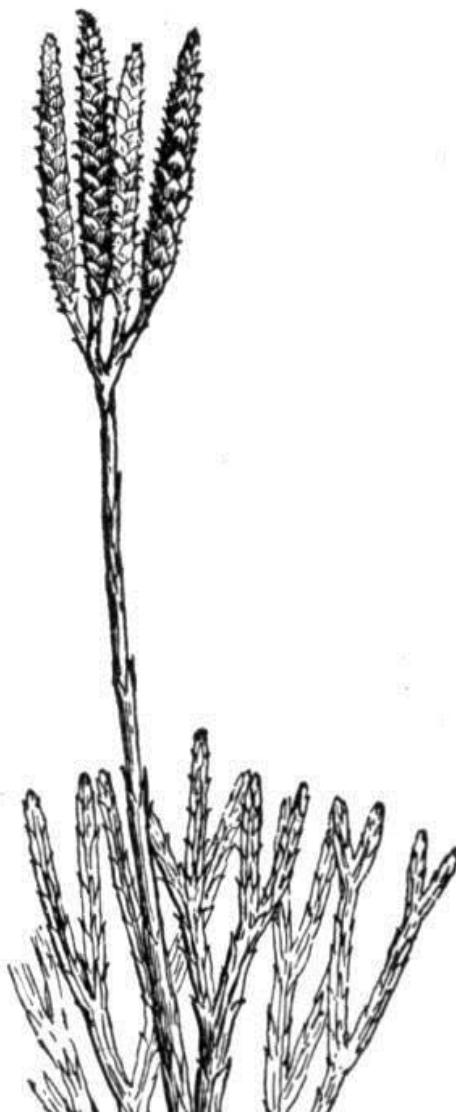
Изоэт имеет два вида спор: крупные шероховатые *макроспоры* и мелкие *микроспоры*. Оба вида образуются в *спорангиях*, расположенных в углублении в расширенном основании листа. Макроспоры образуются на внешних листьях, а микроспоры — на внутренних. Спорангий в основании листа показан [на б](#). Он частично покрыт тонкой мембраной, *велумом*. Мелкий треугольный отросток на верхнем конце спорангия называется *лигулой*.

Споры высвобождаются в результате разложения спорангиев. Они образуют рудиментарные проталлии двух видов. Микроспоры образуют проталлии с *антеридиями*, а макроспоры — проталлии с *архегониями*. Оплодотворение () происходит так же, как у мхов или печеночников, и оплодотворенная яйцеклетка в результате продолжения роста дает начало новому растению изоэта.

КЛУБОВЫЕ МХИ (Pteridophyta)

Клубовые мхи — это низкие ползучие растения, похожие на мхи по внешнему виду и образу жизни, хотя они более близки к папоротникам, чем к настоящим мхам. За исключением одного рода во Флориде, все наши клубовые мхи принадлежат к роду *Lycopodium* (). Они растут в основном в лесах, имеют одножилые вечнозеленые листья, расположенные в четыре или более ряда. Некоторые из них образуют длинные нити, как земляная сосна, и широко используются для рождественских украшений. Споры всех *видов имеют одну форму* и содержатся в *одноклеточных спорангиях*, которые открываются по краю в виде двух створок. У некоторых видов ([рис. 301](#)) спорангии имеют вид маленьких желтых тел в пазухах обычных листьев у верхушки побега; у других видов ([рис. 302](#)) они расположены в пазухах маленьких чешуек, образующих колосовидный колос. Споры очень многочисленны и содержат масло, которое делает их воспламеняющимися. Известно около 100 видов ликоподия. Растения, выращиваемые флористами под названием *ликоподий*, относятся к роду *Селагинелла*, более близкому к изоэтам, и имеют два вида спор (микроспоры и макроспоры).

Рис. 301. Ликопод с спорангиями в пазухах



БОВИДНЫЙ МОХ (*Lycopodium complanatum*).

БИОЛОГИЯ ЖИВЫХ ТВАРЕЙ

ГЛАВА I

ПРИНЦИПЫ БИОЛОГИИ

Биология (греч. *bios* — жизнь; *logos* — рассуждение) означает науку о жизни. Она занимается изучением животных и растений. Раздел биологии, занимающийся изучением животных, называется *зоологией* (греч. *zoon* — животное; *logos* — рассуждение). Биологическая наука *ботаника* (греч. *botane* — растение или трава) занимается изучением растений.

Живые существа отличаются от неживых рядом процессов или изменений (питание, рост, развитие, размножение и т. д.), которые в совокупности составляют то, что называется жизнью. Эти процессы называются *функциями*. И растения, и животные имеют определенные части, называемые *органами*, каждая из которых выполняет определенную работу или функцию; поэтому животные и растения считаются организованными. Например, у людей и большинства животных есть определенный орган (рот) для приема пищи; другой (пищевод) — для ее переваривания.

Благодаря своей *организации* каждое животное или растение считается организмом. Живые существа составляют *органическое царство*. Вещи, не обладающие жизнью и не образованные жизнью, составляют *неорганическое*, или *минеральное*, царство. Отметьте буквой I неорганические и буквой O органические вещества в этом списке: гранит, сахар, древесина, золото, шеллак, песок, уголь, бумага, стекло, крахмал, медь, желатин, ткань, воздух, картофель, спирт, масло, глина. Какие из этих веществ используются животными в пищу? Вывод?

Энергия в органическом мире. Мы видим, как животные затрачивают энергию, то есть мы видим, как они двигаются и работают. Растения никогда не ведут себя таким образом, но им нужна энергия, чтобы формировать свои ткани, расти и подниматься в воздух.

Источник энергии растений. — Мы замечаем, что зеленые растения растут только при свете, в то время как рост животных в значительной степени не зависит от света. На самом деле, в соляных шахтах Польши под землей есть церкви и деревни, и дети рождаются, становятся взрослыми и живут всю свою жизнь под землей, не видя солнца. (То, что эти люди не очень сильные, несомненно, связано скорее с недостатком свежего воздуха и другими причинами, чем с недостатком солнечного света).

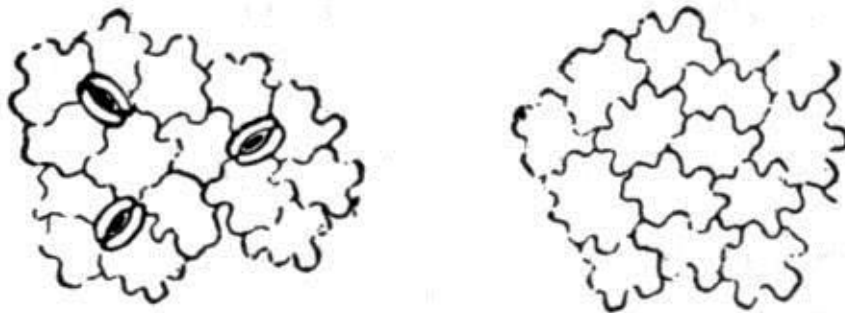


Рис. 1. Поверхности листа, увеличенные.

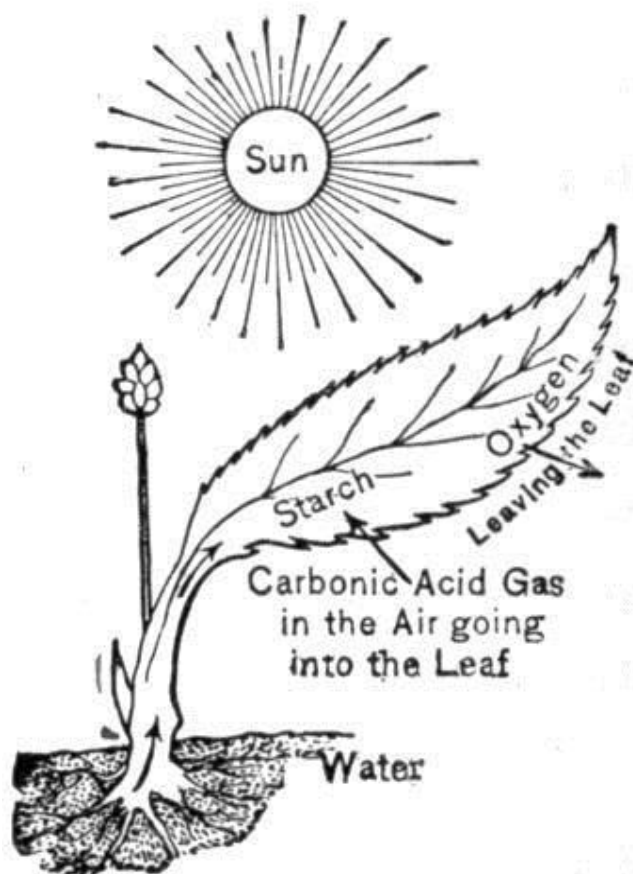


Рис. 2. Лист, накапливающий энергию солнечного света.

Потребность растений в солнечном свете показывает, что они должны получать что-то от солнца. Было обнаружено, что это энергия. Она позволяет им поднимать свои стебли во время роста и формировать различные структуры, называемые тканями, которые составляют их стебли и листья. (См. [Часть I, Глава XIII](#).) Замечено, что они поглощают пищу и воду из почвы через свои корни. Эксперименты также показывают, что зеленые растения поглощают через поры ([рис. 1](#)) на нижней стороне своих листьев газ, состоящий из углерода и кислорода, называемый углекислым газом. Энергия солнечного света позволяет растению отделять углерод из углекислого газа и превращать минералы, воду и углерод в органические вещества. Кислород из углекислого газа высвобождается и возвращается в воздух ([рис. 2](#)). Крахмал, сахар, масло и древесная клетчатка являются примерами веществ, образованных таким образом. Можете ли вы придумать какое-либо топливо, которое не происходит из растений?

Как животные получают энергию. — Вы заметили, что крахмал, масло и т. д. *горят*, или окисляются, то есть соединяются с кислородом воздуха; таким образом, энергия солнца, запасенная в этих веществах, преобразуется обратно в тепло и движение. Окисление масла или сахара может происходить в печи; оно может также происходить в живом организме активного животного.

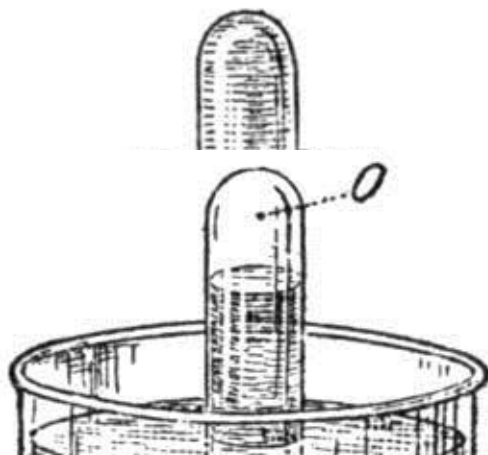


Рис. 3. Бесцветные растения, такие как грибы, не выделяют кислород.

Зеленый лист, даже после срезки, выделяет кислород (O), если его держать на солнце.

К счастью для животных, растения окисляют очень мало накопленных ими веществ, поскольку они не двигаются и не нуждаются в поддержании тепла. Мы замечаем, что животные постоянно используют растительные вещества в пищу и постоянно вдыхают воздух в свои тела. Если бы солнечный свет не позволял зеленым растениям накапливать эти вещества и выделять кислород ([рис. 3](#)), у животных не было бы пищи и воздуха для дыхания; поэтому мы можем сказать, что солнечный свет является косвенным источником жизни и энергии животных. Грибы и другие растения, не содержащие зеленого вещества, не могут выделять кислород ([рис. 3](#)).

Эксперимент, демонстрирующий причину горения, или окисления. Возьмите большую стеклянную бутылку (банку из-под солений), короткую свечу и несколько спичек. Зажгите свечу, поставьте ее на край стола и накройте стеклянной банкой. Пламя медленно затухает и гаснет. Почему? Различается ли воздух, находящийся сейчас в банке, от того, который был в ней до зажигания свечи? Должно быть, произошло какое-то изменение, иначе свеча продолжала бы гореть. Чтобы проверить, загорится ли свеча снова под банкой без изменения состава воздуха, сдвиньте банку к краю стола и вытащите свечу. Зажгите свечу и снова вставьте ее в банку, держа банку горлышком немного над краем стола, чтобы принять свечу ([рис. 5](#)). Пламя сразу же погаснет. Очевидно, что воздух в банке не такой же, как воздух снаружи. Возьмите банку и несколько раз помашите ею из стороны в сторону, чтобы удалить старый воздух и впустить свежий. Теперь свеча горит в ней с таким же ярким пламенем, как и вначале. Таким образом, мы приходим к выводу, что свеча не будет продолжать гореть, если не будет постоянного поступления свежего воздуха. Газ, образующийся при горении, — это углекислый газ. Это газ, из которого растения извлекают углерод. (См. «Биология растений», [гл. V](#).) Один из тестов на наличие этого газа заключается в том, что он образует белое меловое облако в известковой воде; другой — в том, что он тушит огонь.

Эксперимент, демонстрирующий, что животные выделяют углекислый газ. Поместите картон над горлышком бутылки, содержащей чистый воздух. Возьмите длинную соломинку, полый стебель сорняка, стеклянную трубку или лист плотной бумаги, скрученный в трубочку, и вставьте трубку в бутылку через отверстие в картоне. Не делая глубокого вдоха, выдохните один раз в бутылку через трубку, максимально опустошив легкие ([рис. 4](#)). Затем переверните бутылку на столе, как в предыдущем эксперименте, а затем снимите картон. Переместите бутылку на край стола и вставьте в нее зажженную свечу ([рис. 5](#)). Гаснет ли пламя так же быстро, как в предыдущем эксперименте?

Если вы дышите через трубку в прозрачную известковую воду, вода становится молочной. Влияние дыхания на свечу и на известковую воду показывает, что углекислый газ постоянно выходит из нашего тела с дыханием.



Рис. 4. — Дыхание в бутылку. [ш](#)



Рис. 5. — Проверка воздуха в бутылке [ш](#)

[ш](#) Из книги Коулмана «Физиология д

Окисление и деоксидация

которое происходит при по
Отделение кислорода от угл
деоксидацией. Первый процесс
выделяют углекислый газ из
Но растениям для роста нужн
гораздо меньшей степени, че

растениях не происходит деоксидации, но окисление и рост продолжаютс
растения фактически выделяют углекислый газ. В самой глубокой части легких содержится
больше всего углекислого газа. Почему в эксперименте со свечой было необходимо как
можно больше опорожнить легкие? Почему глубокий вдох сначала мешал бы эксперименту?
Почему закрытие тяги печи, то есть перекрытие части воздуха, уменьшает горение? Почему
«светлячок» светит ярче при каждом вдохе? Почему при лихорадке пульс и дыхание
учащаются? А в трансе — очень замедляются?

Ключ к пониманию любого животного заключается в том, чтобы выяснить, как оно
добывает пищу и кислород и как использует полученную энергию для роста, движения,
избегания врагов и добывания большего количества пищи. Поскольку оно движется, ему
нужны органы чувств, чтобы ориентироваться.

Ключ к пониманию растения — найти, как оно получает пищу и солнечный свет для
своего роста. Оно практически не защищается от врагов; его пища находится в пределах
досягаемости, поэтому ему не нужны органы чувств, чтобы ориентироваться. Растение
построено так, что его питательные функции находятся близко к поверхности (например,
поглощение корнями; газообмен в листьях). Животное построено так, что его питательные
функции находятся внутри (например, пищеварение; дыхание).

Клетка и протоплазма. — И растения, и животные состоят из мелких частей, называемых
клетками. Клетки обычно имеют микроскопические размеры. Они бывают разных форм:
сферические, плоские, цилиндрические, волокнистые, звездообразные. Живая субстанция
клеток называется протоплазмой. Это жесткая, клейкая жидкость, по своей природе
белковая. Каждая клетка имеет более плотное пятно или ядро, называемое ядром, а в ядре
находится еще более мелкое пятно, называемое ядрышком. Большинство клеток более
плотные и прочные снаружи, и считается, что они имеют клеточную стенку, но многие

родом и другими веществами,
ных, называется окислением.
истьях растений, называется
— накапливает ее. Животные
деляют кислород из листьев.
происходит и в растениях, но в
сутствия солнечного света, в

клетки голые, то есть без стенки. Следовательно, незаменимой частью клетки является не стенка, а ядро, и клетку можно определить как кусочек протоплазмы, содержащий ядро. Это определение включает как голые клетки, так и клетки со стенками.

Одноклеточные животные. Существует бесчисленное множество животных и растений, о существовании которых не подозревали до изобретения микроскопа несколько веков назад. Они являются одноклеточными и, следовательно, имеют микроскопические размеры. Считается, что крупные животные и растения произошли от одноклеточных животных и растений. Фактически, каждое отдельное растение или животное () начинает свою жизнь как одна клетка, называемая яйцеклеткой, и формирует свои органы путем деления яйцеклетки на множество клеток. Яйцеклетка показана на [рис. 6](#), а первые стадии развития яйцеклетки показаны на [рис. 7](#).

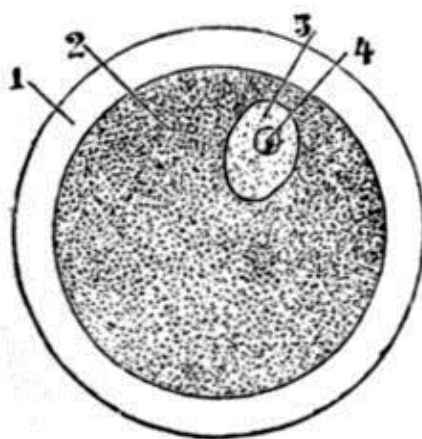


Рис. 6. Яйцеклетка млекопитающего с желтком.

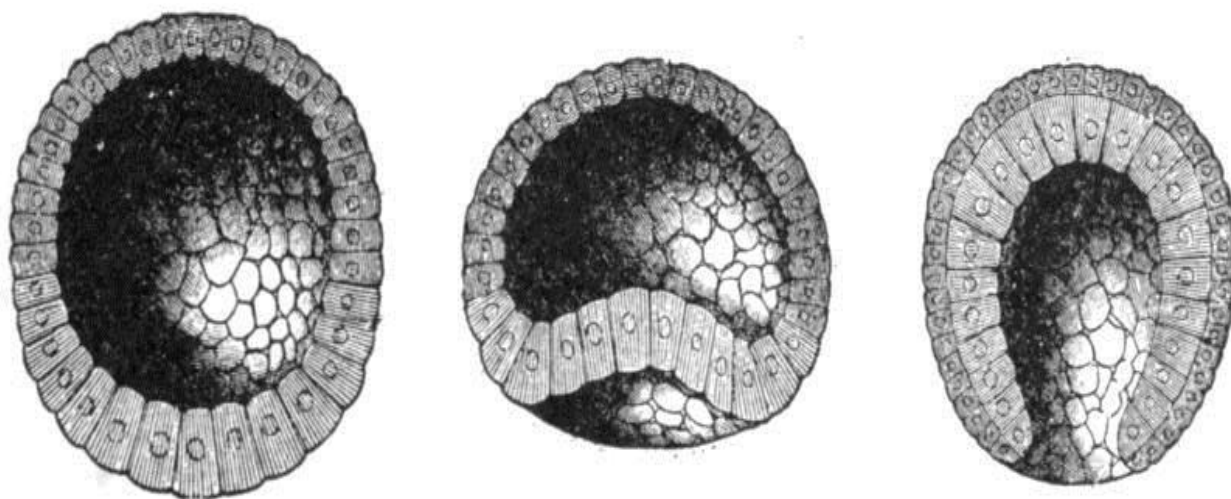


Рис. 7. Яйцеклетка делится на множество клеток, образуя сферу (морулу), содержащую жидкость. Образуется ямка, которая углубляется, образуя следующую стадию (гаструлу).

Животные, которые будут изучаться в первой главе, являются *одноклеточными*. Чтобы понять их, мы должны узнать, как они питаются, дышат, чувствуют и двигаются. Их называют *простейшими* (греч. *protos* — первый; *zoon* — жизнь). Все остальные животные состоят из множества клеток и называются *многоклеточными животными* (от греческого *meta* — «за пределами» или «после»). Клетки, составляющие слизистую оболочку человека, показаны на [рис. 8](#). Клеточная структура листа многоклеточного растения показана на [рис. 1](#). (См. также [гл. I](#), «Биология человека».)

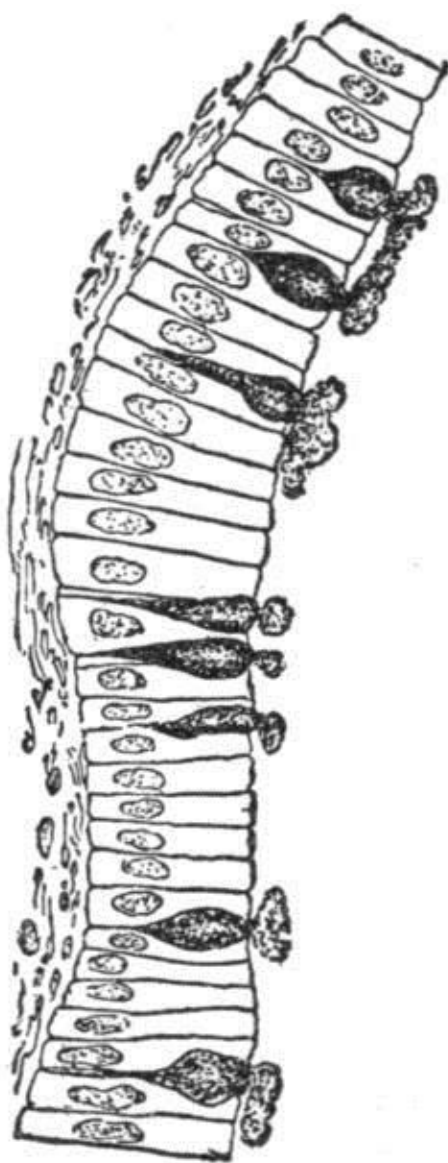


Рис. 8. Слизистая оболочка, образованная одним слоем клеток. Несколько клеток выделяют слизь.

Метод классификации животных. Различные животные демонстрируют более или менее заметные различия. Возникает вопрос: не являются ли некоторые из них более близкими родственниками, чем другие? Мы приходим к выводу, что это так, поскольку различия между некоторыми животными очень незначительны, в то время как различия между другими довольно заметны.

Чтобы показать *различные этапы классификации* животных, возьмем в качестве примера корову. Даже маленькие дети учатся распознавать корову, хотя отдельные коровы несколько различаются по форме, размеру, цвету и т. д. Различные породы коров, такие как короткорогая, джерсейская и т. д., все образуют один вид животных, имеющий научное название *taurus*. Давайте включим в более крупную группу животных, наиболее близких к корове. Мы видим кошку, бизона и собаку; отвергая кошку и собаку, мы видим, что бизон имеет рога, копыта и другие сходства. Мы включаем его вместе с коровой в *род* под названием *Bos*, называя корову *Bos taurus*, а бизона — *Bos bison*. Священная корова Индии (*Bos indicus*) настолько похожа на корову и буйвола, что также принадлежит к роду *Bos*. Почему верблюд, который, как и *Bos bison*, имеет горб, не отнесен к роду *Bos*? ([Рис. 390.](#))

Буйволы Старого Света, наиболее распространенные в Африке и Индии, антилопы, овцы, козы и несколько других родов относятся к роду *Bos* в *семействе*, называемом *рогатыми*.

Это семейство, благодаря четному количеству пальцев на ногах и привычке пережевывать жвачку, напоминает семейство верблюдов (), семейство оленей и несколько других семейств. Все они объединены в следующую по рангу систематическую единицу, называемую *отрядом*, в данном случае отрядом *жвачных*.

Жвачные животные, поскольку они покрыты шерстью и вскармливают молодняк молоком, во всех существенных отношениях родственны однопалым лошадям, хищным животным, обезьянам и т. д. Поэтому все они относятся к более широкому разделу животных, *классу*, называемому *млекопитающими*.

Все млекопитающие имеют скелет, или опору тела, внутри, ось которого называется позвоночным столбом. Эта особенность также присуща классам рептилий, амфибий и рыб. Поэтому логично объединить эти классы по общему понятию или концепции в большую *ветвь* животных, называемую *позвоночными*.

Возвращаясь от общего к частному последовательными шагами, укажите ветвь, класс, отряд, семейство, род и вид, к которым принадлежит корова.

Восемь ветвей или подцарств. — Самая простая классификация делит все животное царство на восемь ветвей, названных и охарактеризованных следующим образом, начиная с самой низшей: I. Простейшие. Одноклеточные. II. Губки. Много отверстий. III. Полипы. Круглые; чашеобразные; имеют только одно отверстие, которое является одновременно и анусом. IV. Иглокожие. Круглые; с шероховатой кожей; два отверстия. V. Моллюски. Без скелета; обычно с внешней раковиной. VI. Черви. Удлиненное тело, без сочлененных ног. VII. Членистоногие. Внешний сочлененный скелет; сочлененные ноги. VIII. Позвоночные. Внутренний сочлененный скелет с осью или позвоночником.

ГЛАВА II

ПРОТОЗОИ (одноклеточные животные)

АМЕБА

Предложения. Амебы живут на слизи, которая находится на погруженных в воду стеблях и листьях в стоячей воде или в иле на дне. Водные растения можно сложить в стеклянную посуду и дать им сгнить, и примерно через две недели амебу можно найти в коричневой слизи, соскобленной с растений. Культура амебы иногда сохраняется только три дня. Самый обильный запас, который когда-либо использовал автор, был из бутылки с водой, в которой прорастал овес. Используйте объектив 1/5 или 1/6 дюйма и накройте тонким покровным стеклом. Учителя, которые возражают против использования сложного микроскопа в первом курсе, должны требовать наиболее тщательного изучения рисунков.

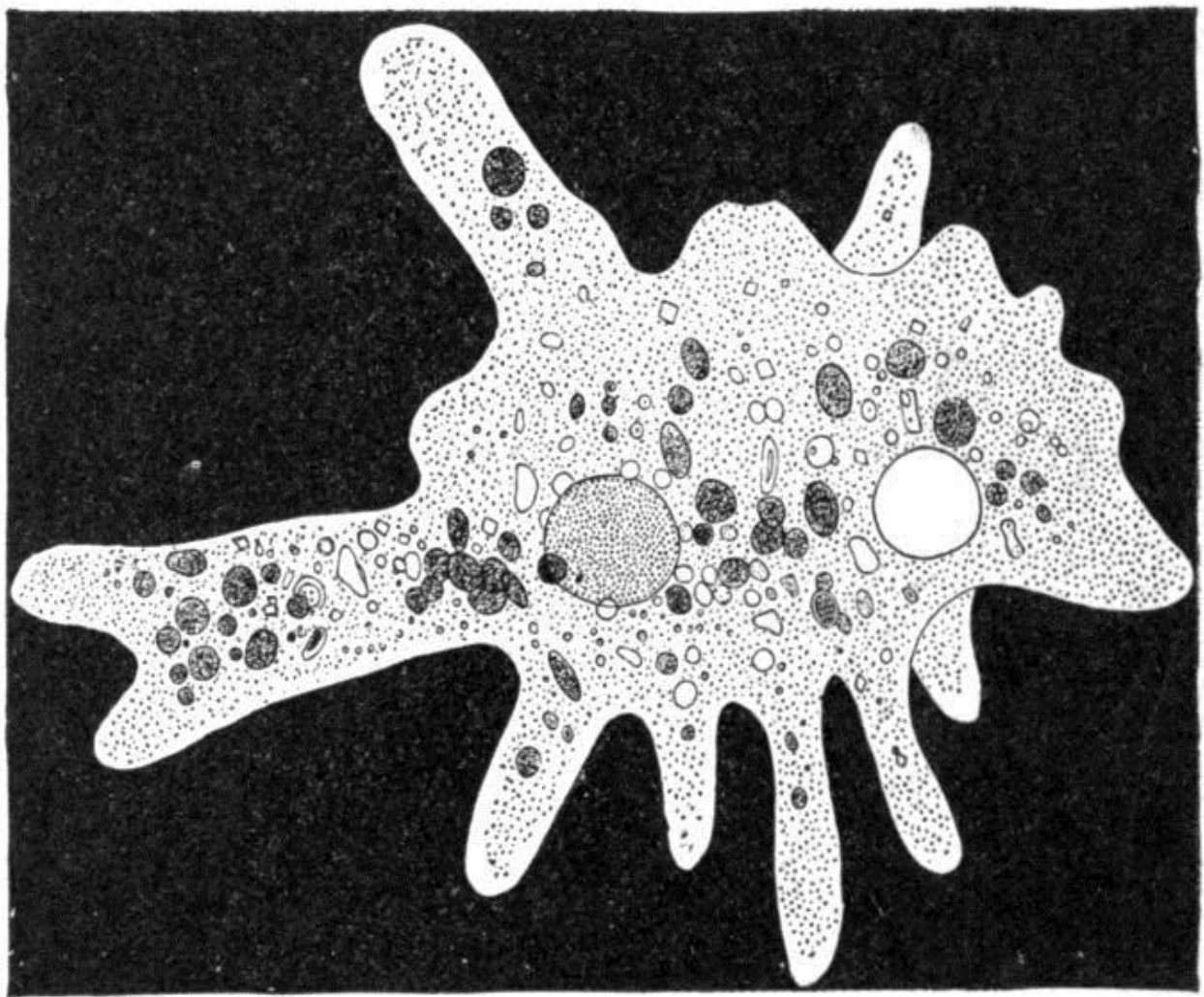


Рис. 9. — АМЕБА ПРОТЕУС, сильно увеличенная.

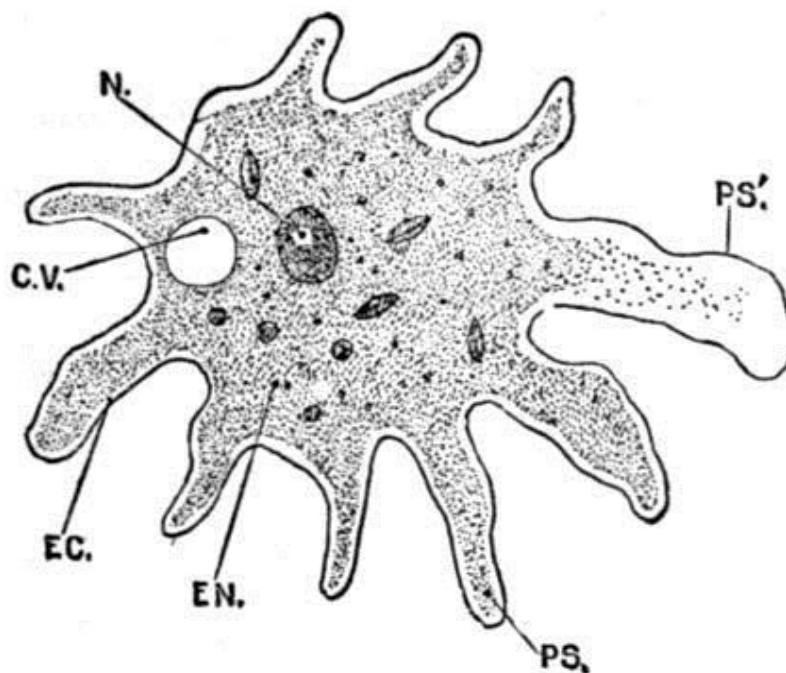


Рис. 10. АМЕБА.

cv, сократительная вакуоль; es, эктоплазма; en, эндоплазма; n, ядро; ps, псевдоподия; ps', формирующаяся псевдоподия; эктоплазма выпячивается, и эндоплазма втекает в нее.

Форма и строение. Амеба (также пишется как амёба) настолько похожа на прозрачную каплю желе, что новичок не может быть уверен, что он нашел ее, пока она не начнет двигаться. Это частица протоплазмы ([рис. 9](#)) с прозрачным внешним слоем, *эктоплазмой*, и зернистой внутренней частью, *эндоплазмой*. Есть ли четкая граница между ними? ([Рис. 10.](#))

Обратите внимание на центральную часть и тонкие отростки, или *псевдоподии* (греч. «ложные ножки»). Проникает ли эндоплазма в псевдоподии? ([Рис. 10.](#)) Расположены ли псевдоподии с какой-либо регулярностью?

Иногда можно увидеть более плотную часть, называемую *ядром*, а также прозрачное пространство, *сократительную вакуоль* ([рис. 10](#)).

Движения. Иногда, когда псевдоподии вытягиваются и сокращаются, центральная часть остается на месте (это *движение*). Обычно вытягивается только один псевдоподий, и тело вливается в него; это *передвижение* ([рис. 11](#)). Для каждого шага создается новая ножка.

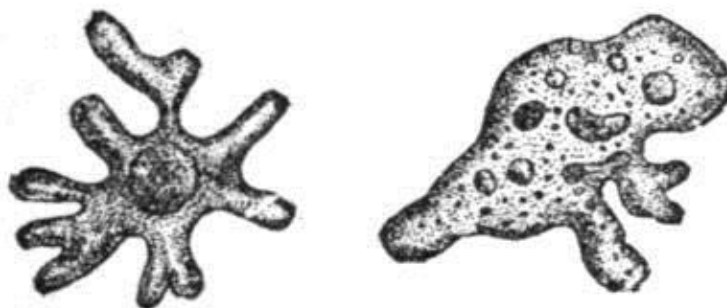


Рис. 11. — Одна и та же амеба, наблюдаемая в разное время.

Питание. Если амеба ползет рядом с частицей пищи, *псевдоподия прижимается к ней*, или возникает углубление ([рис. 12](#)), и частица вскоре погружается в эндоплазму. Часто вокруг частицы пищи замечается прозрачное пространство, называемое *пищевой вакуолью*. Это

вода, которая поглощается вместе с частицей ([рис. 12](#)). Вода и частица вскоре поглощаются и усваиваются эндоплазмой.

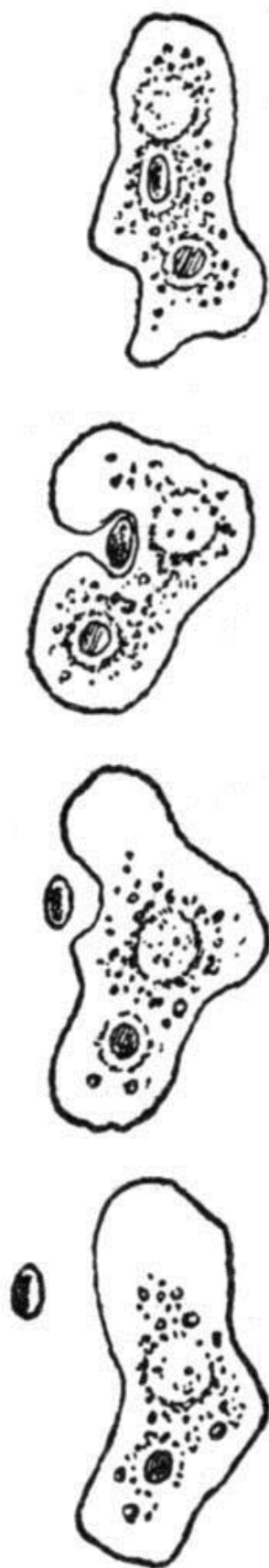


Рис. 12. АМЕБА, принимающая пищу.

Выделение. Если амеба поглощает частицу песка или другого неперевариваемого вещества, *она остается внутри*, когда амеба продолжает движение. Существует свободное пространство, называемое *сократительной вакуолью*, которое медленно сокращается и исчезает, а затем появляется снова и расширяется ([рис. 9](#) и [10](#)). Возможно, это способствует выделению окисленных или ненужных веществ.

Кровообращение у амобы состоит в движении ее протоплазматических частиц. У нее нет специальных органов кровообращения.

Ощущения. Похоже, что амеба чувствует *сотрясение* стеклянного слайда, поскольку это вызывает изменение ее активности. Она не поглощает в пищу каждую частицу, к которой прикасается. Это может быть началом *вкуса*, основанного на простом химическом сродстве. Псевдоподии помогают в ощущениях.

Размножение. Иногда можно увидеть, как амеба делится на две части. В середине происходит *сужение*; *ядро также делится*, и каждая часть получает свою половину ([рис. 13](#)). Материнская амеба в конечном итоге делится на две дочерние амобы. Половое размножение отсутствует.

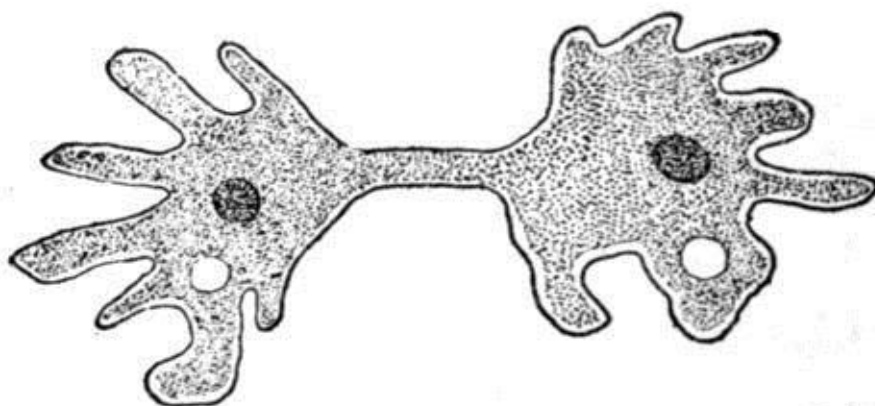


Рис. 13. АМЕБА, делящаяся.

Источник энергии амобы. Таким образом, мы видим, что амеба движется без ног, питается без рта, переваривает пищу без желудка, ощущает без нервов, и, следует также отметить, дышит без легких, поскольку *кислород поглощается* из воды *всей ее поверхностью* (). Ее *движения требуют энергии*, которая, как и у всех животных, обеспечивается *объединением кислорода с пищей*. В результате этого соединения образуются углекислый газ и другие продукты жизнедеятельности, которые выделяются на поверхности амобы и загрязняют воду примесями.

Вопросы. Почему амеба погибает в очень небольшом количестве воды, даже если в воде содержится достаточно пищи? Почему она погибает еще быстрее, если воздух не имеет контакта с каплей воды?

Амеба никогда не умирает от старости. Можно ли сказать, что она бессмертна?

Согласно определению клетки ([глава I](#)), является ли амеба одноклеточным или многоклеточным животным?

Кисты. — Если вода, в которой обитает простейшее, высыхает, оно образует кисту, то есть образует прочную оболочку, называемую кистой. При возвращении более благоприятных условий оно разрывает кисту и выходит наружу. Простейшие в кистах могут переноситься по воздуху: это объясняет их появление в сосудах с водой, содержащей подходящую пищу, но ранее свободной от простейших.

Предложения. — В стоячей воде часто содержатся как парameции, так и амeбы; их также можно найти в посуде с водой, содержащей сено или мелко нарезанный клевер, после того как посуда простояла на солнце несколько дней. Белая пленка, образующаяся на поверхности, является признаком их присутствия. Их можно увидеть даже невооруженным глазом в виде крошечных белых частиц, глядя через боковую стенку блюда или банки. Сначала используйте объектив $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{4}$ дюйма. Ограничьте их движения, поместив хлопковые волокна под покровное стекло, затем исследуйте с помощью объектива $\frac{1}{5}$ или $\frac{1}{6}$. В противном случае изучите рисунки.

Форма и строение. Все тело парameции, как и амeбы, состоит из одной клетки. По *форме* оно напоминает тапочку, но заостренный конец является задней частью, а *передняя часть* закруглена ([рис. 14](#)). Парameция движется за счет быстрого биения многочисленных тонких нитевидных отростков на ее поверхности, называемых *ресничками* (лат. eyelashes) ([рис.](#)). Реснички, как и псевдоподии амeбы, являются лишь продолжением протоплазмы клетки, но они постоянны. Разделение между внешней *эктоплазмой* и внутренней гранулярной *эндоплазмой* более выражено, чем у амeбы ([рис. 14](#)).



Две сократительные вакуоли, *cv*; макр
десять пищевых комков на пути от пи

E), формирующий пищевой комок и

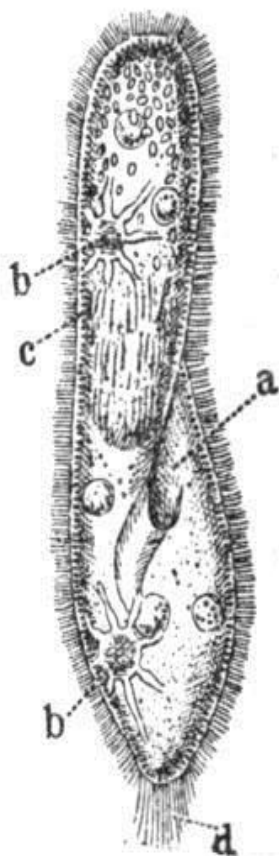


Рис. 15.

Ядро и вакуоли. — Суще-
меньшее ядро, называемое *м*
расстояния от каждого конца
[15](#)), называемое пульсирующ-
не исчезают, а затем появля-
трубочки, которые, вероятно,

э макроядром, и рядом с ним
э. Примерно на одной трети
ующее пространство (*bb*. [Рис.](#)
окращаются до тех пор, пока
грясь. От вакуолей отходят
яции содержимого клетки.

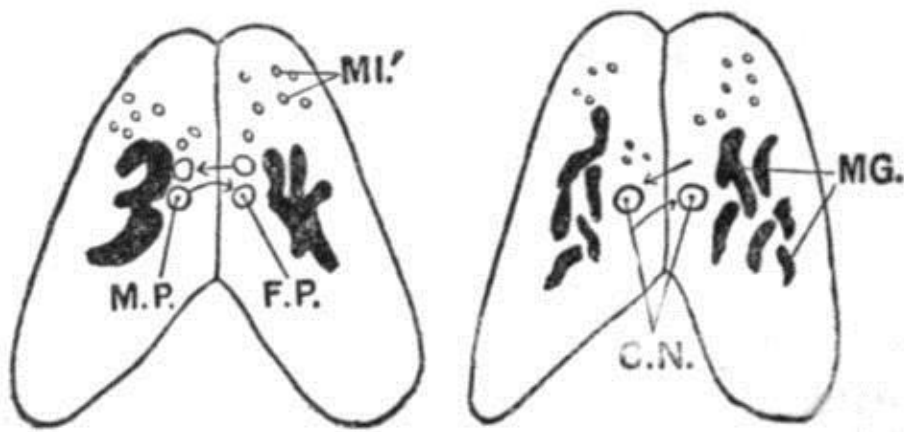


Рис. 16. Две ПАРАМЕЦИИ обмениваются частями своих ядер.

Питание. — С одной стороны видна впадина или *бороздка*, которая служит ртом ([рис.](#)). Трубка, служащая пищеводом, ведет от ротовой бороздки к внутренней части клетки. Ротовая бороздка выстлана ресничками, которые заталкивают частицы пищи внутрь. Частицы накапливаются в виде массы на внутреннем конце пищевода, отделяются от него в виде *пищевого шарика* ([рис. 14](#)) и погружаются в мягкий протоплазм организма. Пищевые шарики проходят круговой путь через эндоплазму, оставаясь близко к эктоплазме.

Размножение. Как и у амебы, оно происходит путем деления, причем сужение происходит в середине, и часть ядра переходит в каждую половину. Иногда два индивидуума соединяются, соприкасаясь ротовыми бороздками, и обмениваются частями своих ядер ([рис. 16](#)). Затем они разделяются, и каждый делится, образуя два новых индивидуума.

Таким образом, мы видим, что парамеция, хотя и состоит из одной клетки, является *гораздо более сложным и развитым животным, чем амеба*. Крошечные весла, или реснички, ротовая бороздка и т. д. выполняют свои особые функции, подобные специализированным органам многоклеточных животных, которые будут изучаться позже.



Рис. 17. — Вортицелла (или колокольчатс

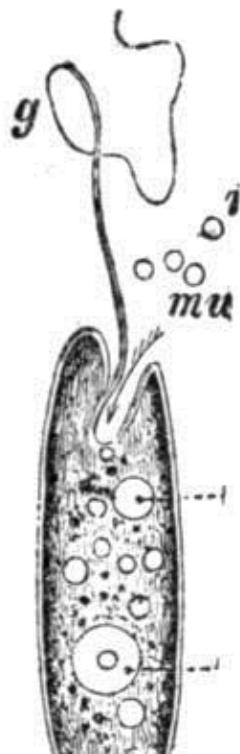


Рис. 18. — Эвглена.

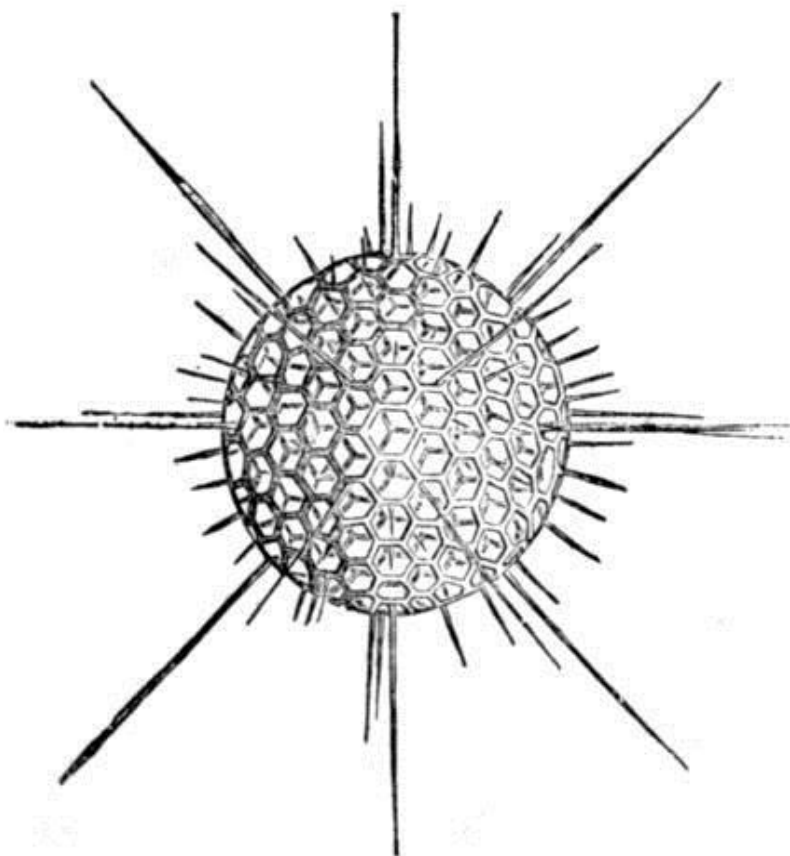


Рис. 19. Раковина радиолярии.

Если время и обстоятельства позволяют провести длительное исследование, ученик может наблюдать несколько дополнительных фактов, *например*: плавает ли парамеция всегда одним и тем же концом впереди и одной и той же стороной вверх? Может ли она двигаться назад? Обходить препятствия? Менять форму в узком проходе? Выделяет ли отходы пищи () из организма в каком-либо определенном месте? Проследите за движением частиц пищи.

Нарисуйте парамецию.

Что имеет более постоянные части, *амеба* или *парамеция*? Назовите два анатомических сходства и три различия; четыре функциональных сходства и три различия.

Амеба принадлежит к классу простейших, называемому *Rhizopoda* («коренчатые»).

Другие классы простейших — это *инфузории*, которые имеют много волнистых ресничек ([рис. 17](#)) или один хлестообразный жгутик ([рис. 18](#)), и *фораминиферы*, которые обладают известковой раковиной, пробитой отверстиями. Из их раковин образовалось много мелового известняка. Их, а также радиолярий, которые имеют кремнистые раковины ([рис. 19](#)), часто относят к классу *Rhizopoda*. К какому классу относится парамеция?

Простейшие являются важным источником пищи для высших животных.

Учителю. Если биология растений, животных и человека будет преподаваться в течение одного года, как запланировано, и все время будет уделено практической работе, то части текста, напечатанные мелким шрифтом, такие как [глава III](#), можно опустить или просто прочитать и обсудить. Любые две из трех частей, составляющих курс, могут быть использованы для годового курса, используя весь текст и уделяя больше времени практической и полевой работе.

ГЛАВА III

ГУБКИ

Рекомендации. Во многих частях Соединенных Штатов, при тщательном поиске, можно найти пресноводные губки, растущие на камнях и бревнах в чистой воде. Они имеют коричневый, кремовый или зеленоватый цвет и больше похожи на подушкообразное растение, чем на животное. Они имеют характерную песчанистую текстуру. После перемещения в аквариум они быстро погибают.

Можно купить несколько обычных маленьких банных губок и сохранить их для изучения скелета морской губки. Эти губки не должны иметь больших отверстий в нижней части; если это так, то слишком большая часть губки была вырезана. Кусок морской губки, сохраненный в спирте или формалине, можно использовать для демонстрации губки с сохранившейся мякотью. Для демонстрации иголок можно использовать микроскопические слайды.

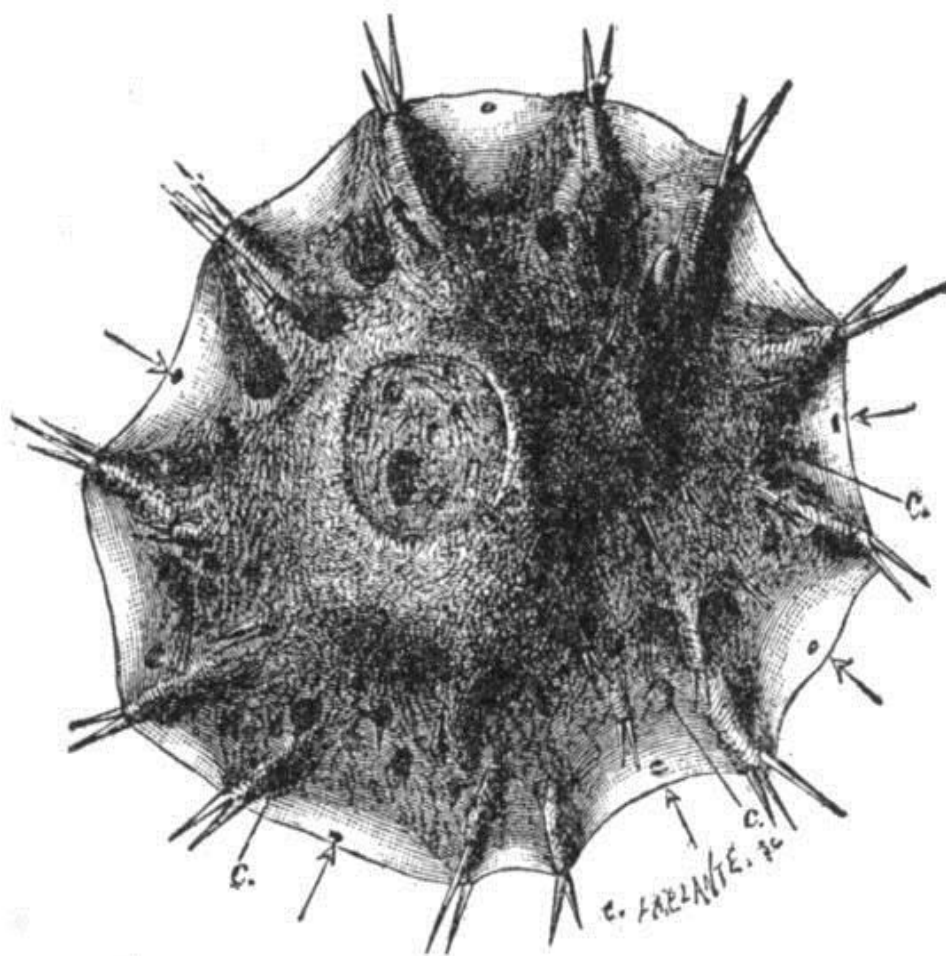


Рис. 21. Пресноводная губка.

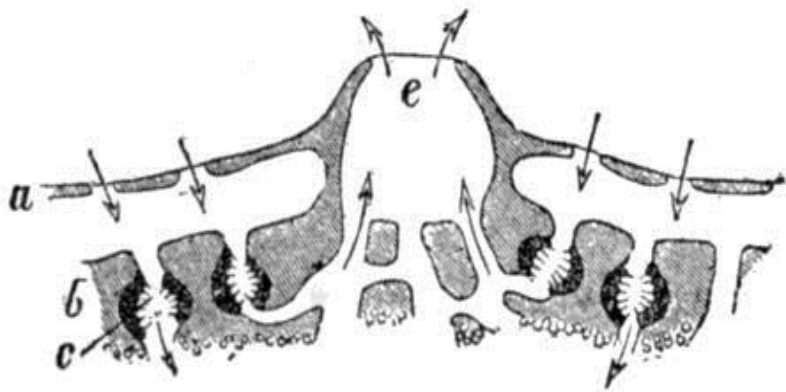


Рис. 22. — СРЕЗ пресноводной губки (увеличенный).

Небольшая **пресноводная губка** ([рис. 21](#)) не имеет более или менее вазообразной формы, типичной для губок. Это округлая масса, растущая на камне или бревне. Как показано стрелками, где *вода попадает* в губку? Это можно проверить, добавив краситель в воду рядом с живой губкой. Где *выходит вода*? ([Рис. 22.](#)) Проходит ли она по пути через *реснитчатые камеры*? Является ли *поверхность губки* () шероховатой или гладкой? Видны ли на поверхности какие-либо скелетные *иголки*? ([Рис. 21.](#)) Становится ли губка тоньше у края?

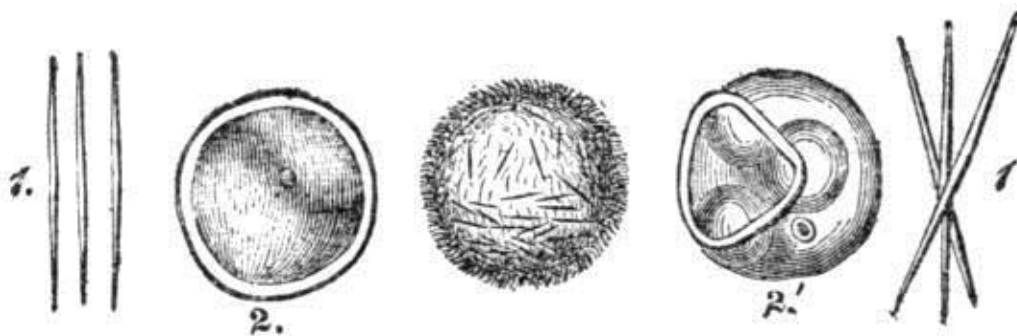


Рис. 23. Яйца и иголки пресноводной губки (увеличенные).

Яйцо этой губки показано на [рис. 23](#). Оно выходит из родительской губки через *оскулум*, или большой выход. Как и у большинства губок, на первом этапе после оплодотворения яйцо реснитчатое и свободно плавает.

Морские губки. *Грантия* ([рис. 24](#)) — одна из самых простых морских губок. Какова форма грантии? Какова ее длина и диаметр? Чем свободный конец отличается от фиксированного? Много или мало *иголок* выступает из ее тела?

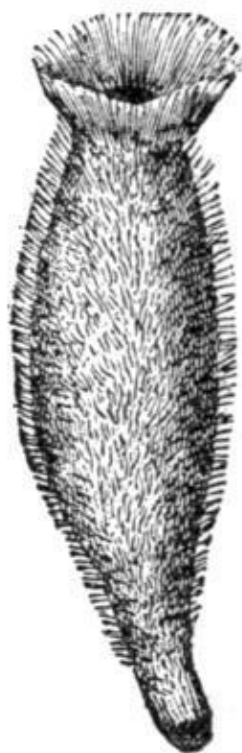


Рис. 24. Грантия.

Где находится *оскулум*, или большой выход? Чем он окружен? Оскулум открывается из центральной полости, называемой *клоакой*. Каналы из пор ведут к клоаке.

Иногда можно увидеть *почки*, растущие из губки у ее основания. Это молодые губки, образованные бесполом путем. Позже они отрываются от родительской губки.

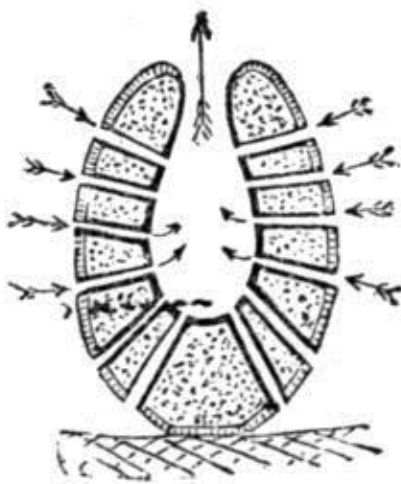


Рис. 25. Схема губки.

Коммерческая «губка». — Какая часть полноценного животного остается в банной губке? *Медленно растущие губки* растут больше в верхней части и образуют высокие, простые, трубчатые или вазообразные животные. *Быстрорастущие губки* растут сразу со всех сторон и образуют сложную систему каналов, пор и оскулов. Как вы думаете, какая из этих особенностей роста присуща вашей ванной губке? Есть ли в основании вашего образца большое отверстие? Если да, то это потому, что при обрезке нижней части, где она была прикреплена к камню, было достигнуто клоакальное отверстие. Проверьте *эластичность*

губки в сухом и влажном состоянии, сжимая ее. Она мягче в влажном или в сухом состоянии ()? Она более эластична в влажном или в сухом состоянии? Сколько *оскул* у вашего образца? Сколько *вдыхающих пор* на квадратный дюйм ()? С помощью зонда (проволоки с ручкой на конце или маленькой булавки) попытайтесь проследить *каналы* от пор до полостей внутри.

Выглядят ли *волокна* губки переплетенными или соединенными по какой-либо системе? Видите ли вы на поверхности бахромчатые наросты, которые указывают на начало образования новых трубок? Губка росла быстрее в верхней части, по бокам или вниз?

Сжгите немного губки; по запаху, как вы оцениваете ее состав? Внутренняя полость более заметна в простой губке или в сложной губке, такой как банная губка? Банная губка ветвистая или лопастная? Сравните несколько образцов ([рис. 26, 27, 28](#)) и решите, имеет ли обычная губка типичную форму. Какие общие черты имеют их формы?



Рис. 26. — Губка для ванны.



Рис. 27. — Губка для ванны.

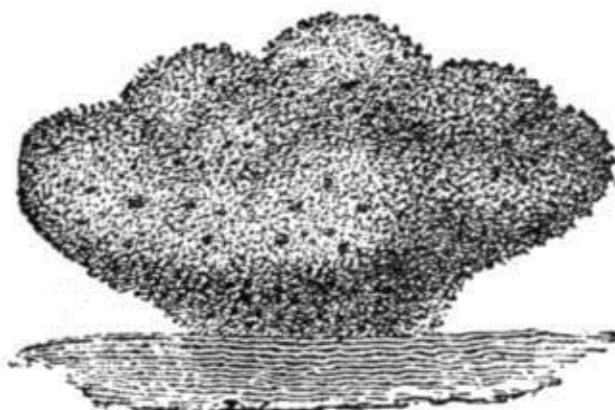


Рис. 28. — Губка для ванны.

Губки делятся на *три класса* в зависимости от того, из чего состоит их скелет: кремнистый (кремнеземный), известковый (кальциевый) или роговой.

Некоторые *кремнистые губки* имеют скелеты, которые по своей тонкости напоминают стекло. Кремнезем по химическому составу почти не отличается от стекла. Скелет, показанный на [рис. 29](#), принадлежит стеклянной губке, обитающей вблизи Филиппинских островов.

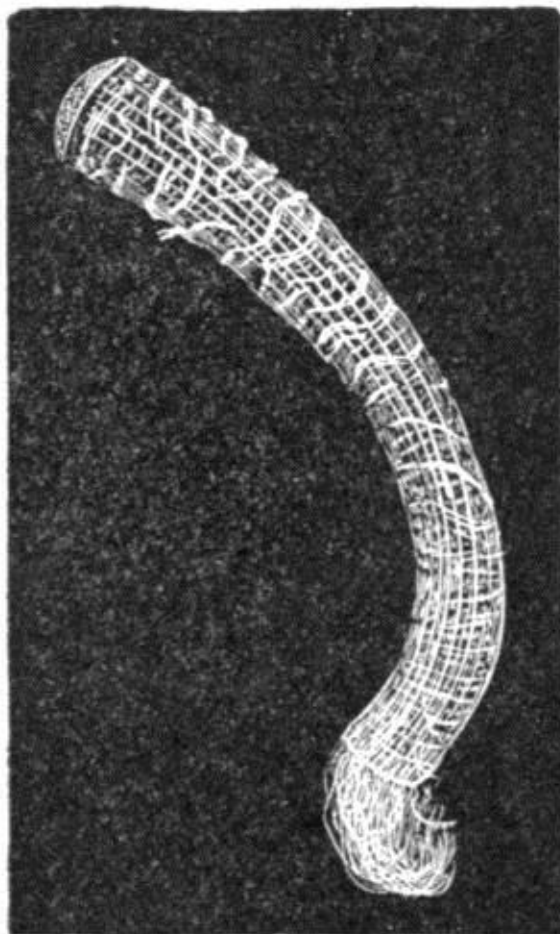


Рис. 29. — Скелет стеклянной губки.

Роговые губки не имеют в своих скелетах иголок, как кремнистые и известковые губки, но их скелет состоит из переплетенных волокон *спонгина*, прочного вещества, имеющего ту же химическую природу, что и шелк ([рис. 30 и 31](#)).

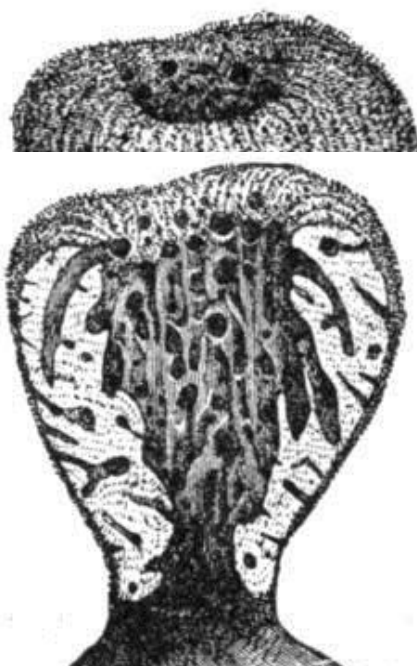


Рис. 30. — Роговая губка.

Известковые губки имеют скелеты, состоящие из многочисленных известковых иголок. Наиболее распространенной формой является трехлучевая иглока.

Коммерческая губка, которую можно увидеть в океане, представляет собой округлую массу с гладкой темной поверхностью, по консистенции напоминающую говяжью печень. На верхней поверхности видны несколько больших отверстий (оскулы), из которых вытекает вода. Более мелкие отверстия (вдыхательные поры, многие из которых настолько малы, что их невозможно различить) находятся по бокам. Если губку потревожить, мелкие отверстия, а возможно, и более крупные, закроются.

Внешний слой клеток служит своего рода кожей. Поскольку большая часть губки находится в контакте с водой, большинство клеток самостоятельно дышат, то есть поглощают кислород и выделяют углекислый газ. *Питательные вещества* передаются от поверхностных клеток для питания остальной части тела.

Размножение. Яйцеклетки и сперматозоиды производятся определенными клетками вдоль каналов. Яйцеклетка, после оплодотворения сперматозоидом, начинает делиться и образовывать новые клетки, некоторые из которых обладают ресничками. Эмбрион губки выходит через оскулум. Благодаря вибрации ресничек он некоторое время плавает. Затем он оседает, прикрепляясь одним концом к дну океана, и остается неподвижным до конца своей жизни. На другом конце развиваются оскулулы. Некоторые реснички продолжают вибрировать и создают течения, которые приносят пищу и кислород.

У многих видов *реснички* находятся только в полостях, называемых реснитчатыми камерами. (Рис. 22, 32.) У губки нет отдельных органов, и специализация клеток очень незначительна. Ресничные клетки и репродуктивные клетки являются единственными специализированными клетками. Губки долгое время считались колониями отдельных одноклеточных животных, классифицируемых как простейшие. Однако, несомненно, они являются многоклеточными животными (). Если живую губку разрезать на кусочки, каждый кусочек будет расти и формировать полноценную губку.

То, что губка не является колонией одноклеточных животных, похожих на амёбу, а является многоклеточным животным, можно понять, изучив [рис. 32](#), на котором показан фрагмент губки в сильном увеличении. Губку можно представить как развившуюся из одноклеточного животного следующим образом: несколько одноклеточных животных случайно оказались рядом друг с другом; каждое из них обладало нитевидным жгутиком (Е, [рис. 32](#)) или хлыстом для ударов по воде. Ударяя по воде, они создавали более сильное течение ([рис. 25](#)), чем могли создать простейшие, живущие поодиночке. Таким образом, они получали больше пищи и размножались быстрее, чем те, кто жил в одиночестве. Привычка работать вместе оставила свой отпечаток на клетках и была передана по наследству.

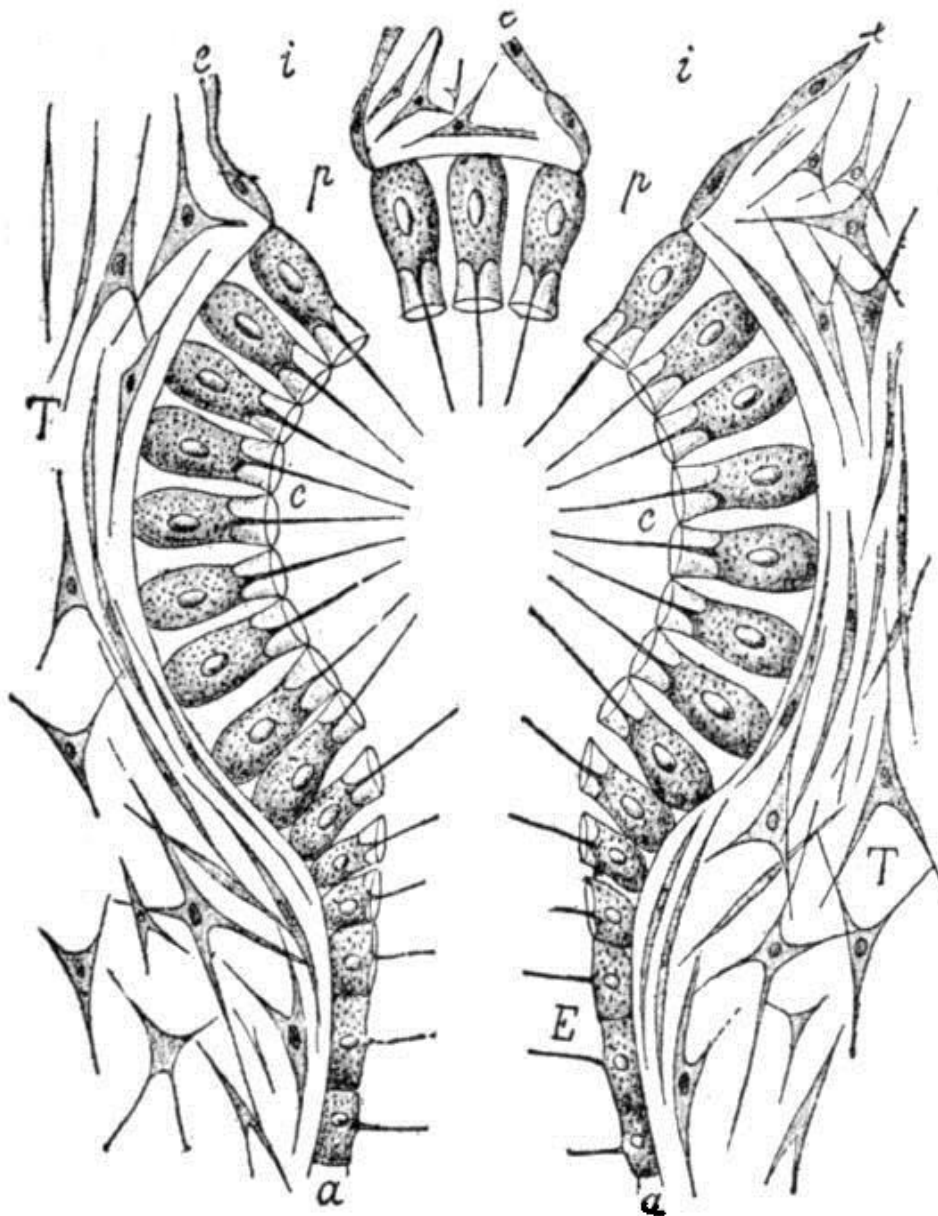


Рис. 32. Микроскопический план ресничной камеры. Каждая клетка, выстилающая камеру, имеет ядро, хлыст и воротник вокруг основания хлыста. *Вопрос:* Назовите два назначения хлыста.

Соединившись друг с другом, клетки образовали кольцо; соединившись друг с другом, кольца образовали трубку, которая была еще более эффективна, чем кольцо, в перемешивании воды и привлечении свежей пищи (частиц мертвых растений и животных) и кислорода.

Никакие животные не питаются губками, возможно, потому что в их мякоти содержатся иголки или волокна, или потому что их вкус и запах настолько неприятны, что защищают их от хищников. Мелкие животные иногда забираются в них, чтобы спрятаться. Один вид растет на раковинах, в которых обитают раки-отшельники. Перемещение раковины с места на место выгодно для них, так как они скрывают рака и тем самым защищают его.

Специальный репортаж: «Рыболовство» губок (места обитания; как добывают, очищают, сушат, транспортируют и продают губок).

ГЛАВА IV

ПОЛИПЫ (КУПОЛООБРАЗНЫЕ ЖИВОТНЫЕ)

Гидра, или пресноводный полип



Рис. 33. Гидра.

РЕКОМЕНДАЦИИ. За исключением более засушливых регионов США, гидру обычно можно найти при тщательном поиске в не слишком застоявшихся пресноводных прудах. Она прикрепляется к камням, палкам или листьям и имеет тонкое цилиндрическое тело длиной от четверти до половины дюйма, толщина которого варьируется от толщины тонкой иглы до толщины обычной булавки. Зеленая гидра и коричневая гидра, обе очень маленькие, являются распространенными видами, хотя гидры часто бывают белыми или бесцветными. Их следует хранить в большой стеклянной посуде, наполненной водой. Их можно различить невооруженным глазом, но без лупы или микроскопа их невозможно изучить удовлетворительно. Поместите живой образец, прикрепленный к кусочку дерева, в часовое стекло, наполненное водой, или на выдолбленный брусочек, или на брусочек с кусочком водоросли, чтобы поддержать покрывное стекло, и исследуйте с помощью лупы или микроскопа с минимальным увеличением. Готовые микроскопические срезы, как поперечные, так и продольные, можно купить у продавцов микроскопических принадлежностей. Один из них показан на [рис. 39](#).

Тело гидры круглое или двустороннее? ([Рис. 35](#).) Какова его *общая форма*? Сохраняет ли один индивид одну и ту же форму? ([Рис. 34](#).) Как длина нитевидных *щупалец* соотносится с длиной тела гидры? Примерно сколько щупалец на теле гидры? Все ли имеют одинаковое количество щупалец? Щупальца узловатые или гладкие? ([Рис. 35](#).) Гидра обычно вытянута и тонкая; иногда она сжимается и становится округлой. В каком из этих состояний основание (нога) больше по окружности, чем остальная часть тела? ([Рис. 34](#).) Меньше? Сколько *отверстий* в теле видно? Есть ли углубление или возвышение у основания щупалец? Для чего, вероятно, используется *отверстие* на верхушке тела? Почему щупальца расположены на верхушке тела гидры? Имеет ли *рот* наиболее удобное расположение?

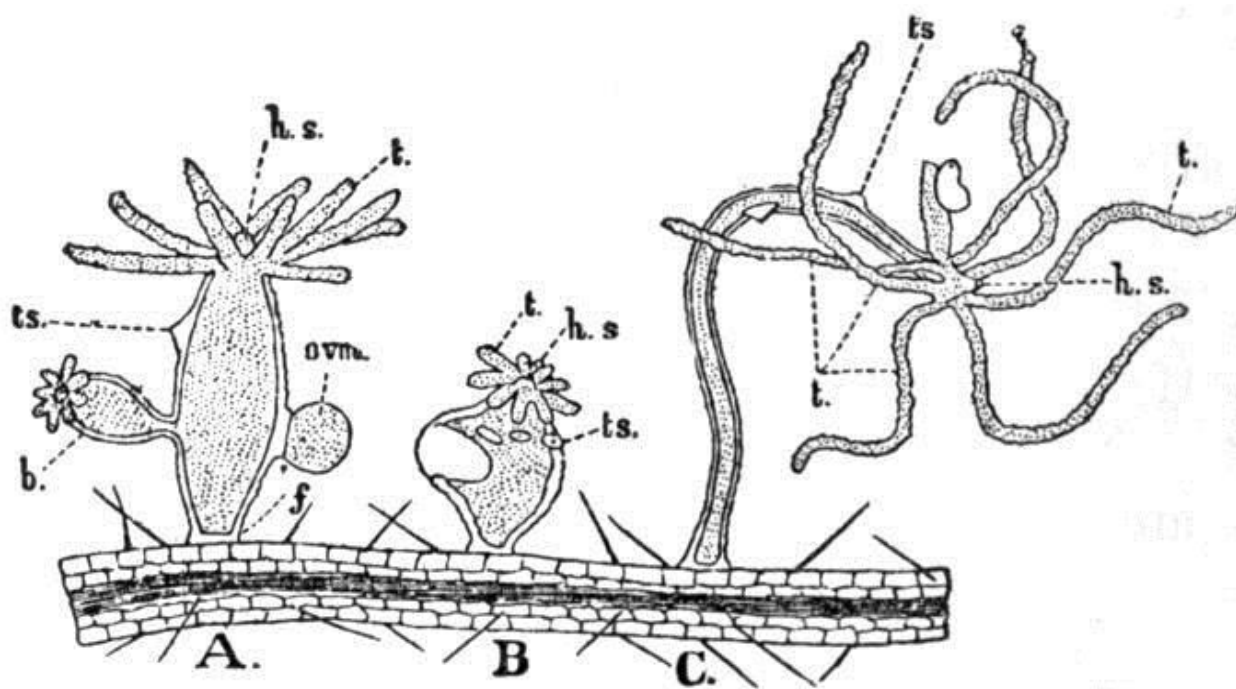


Рис. 34. — Формы, принимаемые гидрой.

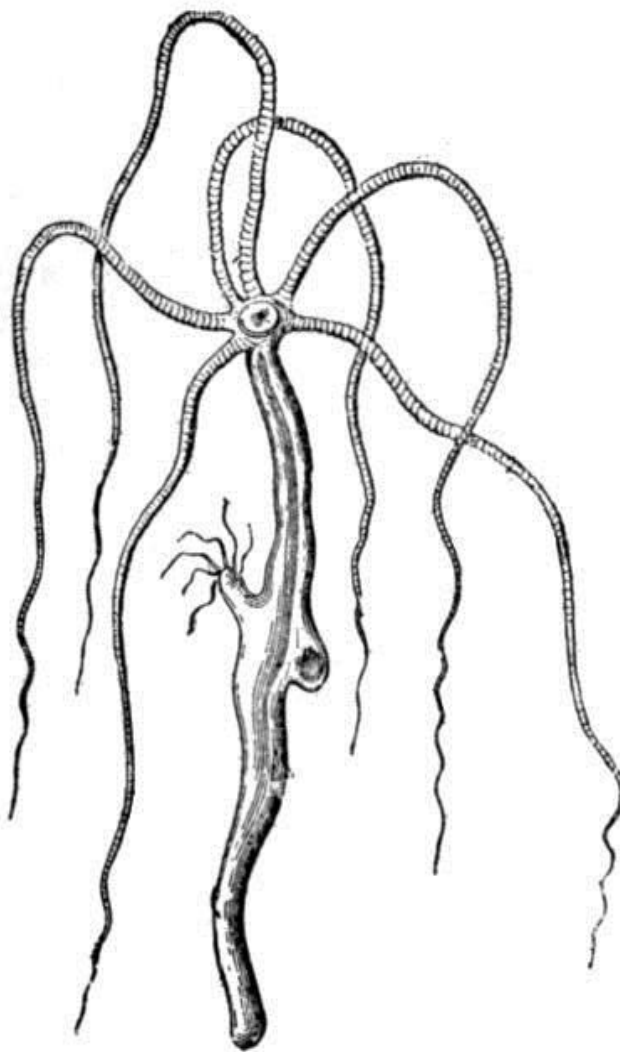


Рис. 35. — Гидра (сильно увеличенная).

Конический выступ, на котором находится рот, называется *гипостомом* ([рис. 34](#)). Рот открывается в *пищеварительную полость*. Является ли она той же самой, что и общая полость тела, или же желудок имеет стенку, отличную от *полости тела*? Как далеко вниз простирается полость тела? Простирается ли она вверх, в щупальца? ([Рис. 39.](#))

Что происходит, если коснуться щупальца? Изогнуто ли тело? Что более чувствительно: столбчатое тело или щупальца? При поиске гидр вы скорее найдете вытянутые или втянутые щупальца? Вытягивается ли или втягивается ли гипостом ([рис. 34](#))?

Передвижение. Круглая поверхность, или диск, с помощью которого гидра прикрепляется, называется ее ногой. Можете ли вы передвигаться на одной ноге, не прыгая? Гидра передвигается, поочередно удлиняя и скручивая ногу (). Можете ли вы обнаружить другие способы, с помощью которых она передвигается? Всегда ли гидра стоит на ноге?

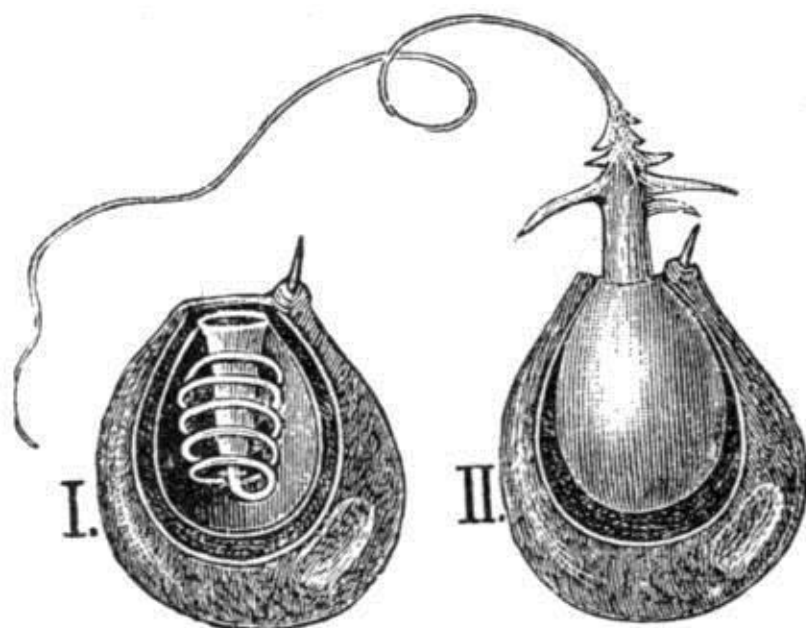


Рис. 36. — Жгучая клетка.

II. разряженная, а I. не разряженная.

Клетки-лаассо. На щупальцах ([рис. 35](#)) расположены многочисленные клетки, каждая из которых снабжена нитевидным отростком ([рис. 36](#)), который лежит свернутым внутри клетки, но может быть выброшен на водяную блоху или другое мелкое животное, которое попадает в зону досягаемости. Прикосновение лаассо парализует добычу ([рис. 37](#)). Эти клетки называют по-разному: клетки-лаассо, клетки-жалящие клетки или нитковидные клетки. Нить полая и выталкивается давлением жидкости внутри. Когда давление снимается, нить возвращается обратно, как палец перчатки может быть возвращен обратно в перчатку, вывернув палец наружу. Когда мелкое животное или другая частица пищи соприкасается с щупальцем, как щупальце доставляет пищу ко рту? Сгибаясь и поднося конец ко рту, или укорачиваясь и изменяя свою форму, или обоими способами? ([Рис. 34, С.](#)) Кажется ли, что соседние щупальца наклоняются, чтобы помочь щупальцу захватить добычу? ([Рис. 34, С.](#))

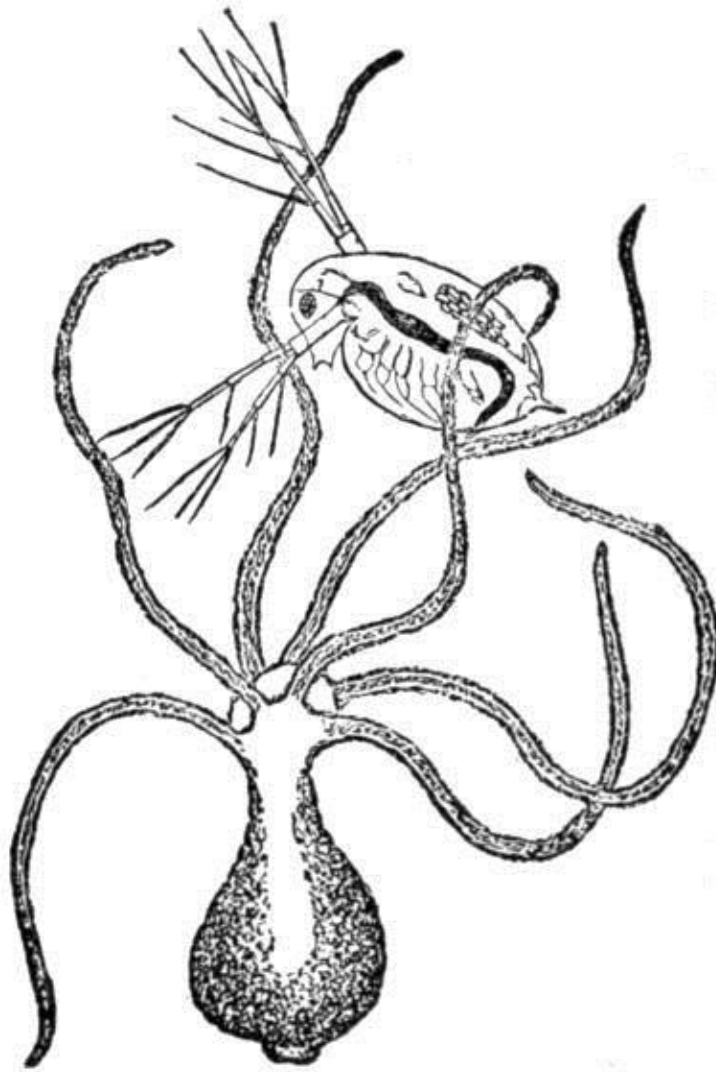


Рис. 37. Гидра, захватывающая водную блоху.

Пищеварение. — Частицы пищи распадаются, не задерживаясь в желудке надолго (), и питательные вещества всасываются клетками слизистой оболочки, или энтодермой ([рис. 39](#)). Неперевариваемые остатки выходят через рот. Гидра не имеет специального отверстия для выхода. Почему отверстие не может быть расположено на конце, противоположном рту?

Кровообращение и дыхание. Имеет ли вода свободный доступ к полости тела? Имеет ли гидра несколько или почти все свои клетки, подверженные воздействию воды, в которой она живет? Исходя из ее структуры, решите, может ли она дышать как губка или ей необходимы специальные дыхательные клетки для снабжения кислородом и выделения углекислого газа. Кровеносные сосуды не нужны для переноса кислорода и пищи от клетки к клетке.

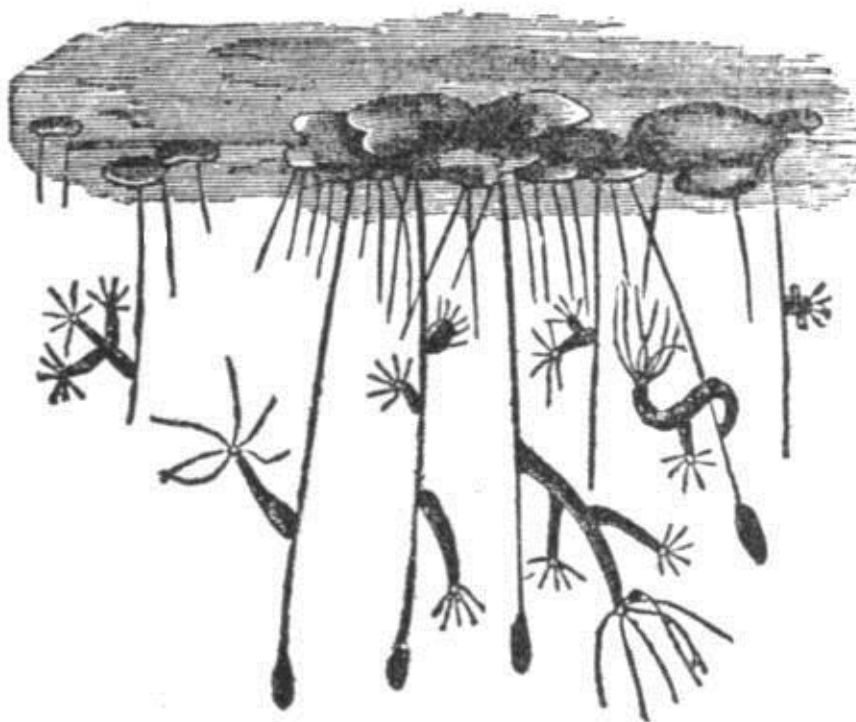


Рис. 38. Гидры на рдесте.

Размножение. — Видите ли вы какие-либо выпуклости на боках гидры? ([Рис. 34, А.](#)) Если выпуклость находится рядом с щупальцами, это *семенник*; если рядом с основанием — это *яичник*. Сперматозоид сливается с яйцеклеткой или оплодотворяет ее после того, как яйцеклетка обнажается в результате разрушения стенки яичника. Иногда сперматозоид одной гидры сливается с яйцеклеткой другой гидры. Это называется *перекрестным оплодотворением*. Тот же термин применяется к процессу у растений, когда мужской элемент, или пыльца, цветка соединяется с яйцеклетками, или женским элементом, цветка другого растения. Гидра, как и большинство растений и некоторые другие животные, является гермафродитом, то есть и сперматозоиды, и яйцеклетки производятся одним организмом. Осенью яйца производятся с твердой скорлупой, чтобы выдержать холод до весны. Половое размножение происходит, когда пищи мало. Бесполое размножение (путем почкования) характерно для гидры, когда пищи много. После того как почка достигает определенного размера, внешний слой клеток у основания почки сжимается, и молодая гидра отрывается.

Сравните губку и гидру по следующим признакам: многоклеточность или одноклеточность; получение пищи; дыхание; трубки и полости; отверстия; размножение; передвижение. Какой из них занимает более высокое место среди многоклеточных животных? Многоклеточные животные включают в себя всех животных, за исключением какой ветви?

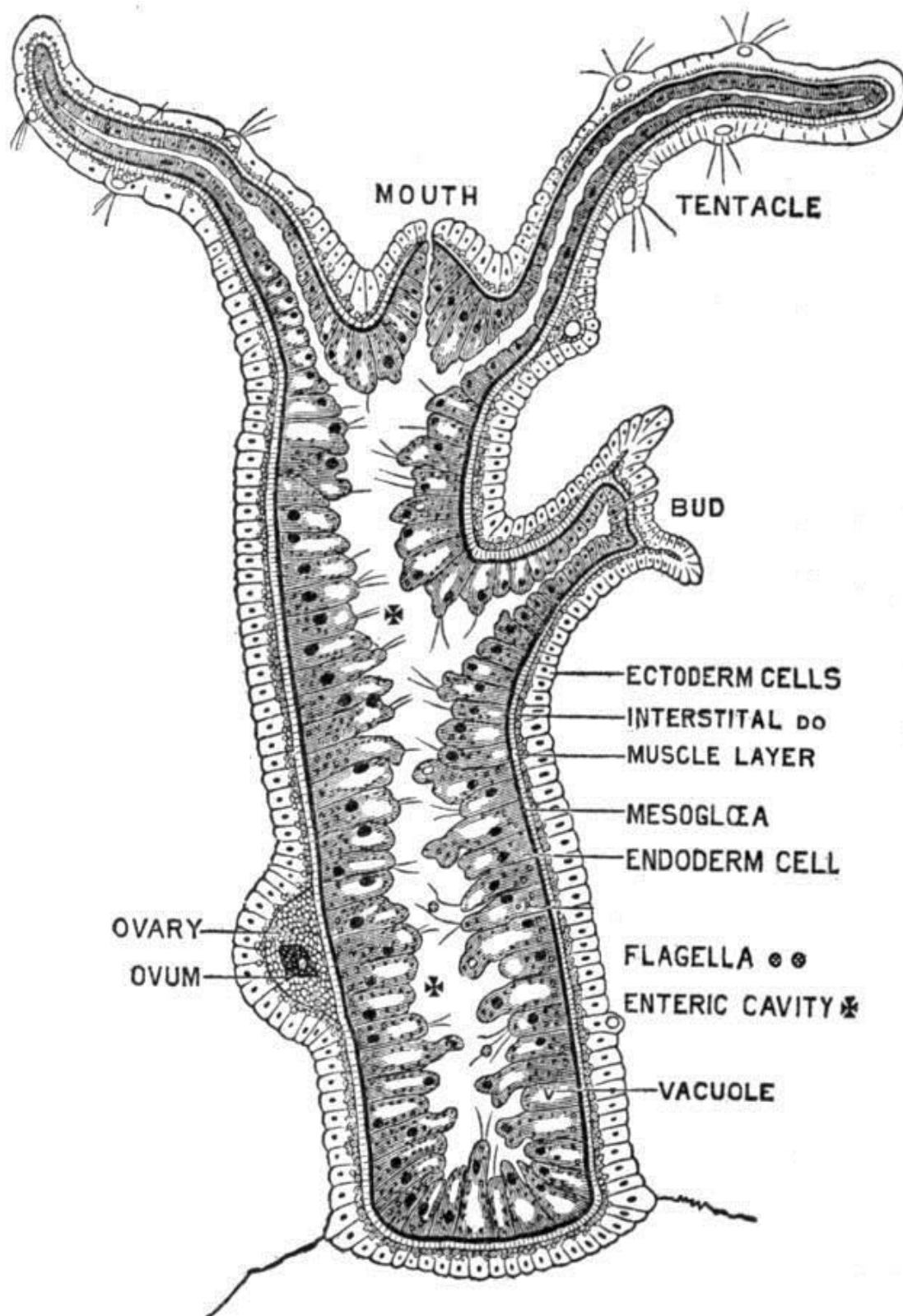


Рис. 39. Продольный разрез гидры (микроскопический и схематический).

На рисунке 39 показан микроскопический срез гидры, демонстрирующий **структуру стенки тела**. Существует внешний слой, называемый *эктодермой*, и внутренний слой, называемый *энтодермой*. Также имеется тонкий поддерживающий слой (на рисунке обозначен черным цветом), называемый *мезоглеей*. Мезоглея — самый тонкий слой. Клетки энтодермы или эктодермы больше? Оба слоя клеток участвуют в формировании репродуктивного бутона? Клетки эктодермы заканчиваются с внутренней стороны сократительными хвостами, которые образуют тонкую линию и действуют как

мышечные волокна. Они помогают гидре совершать удивительные изменения формы. Когда гидру разрезают на кусочки, каждый кусочек образует полноценную гидру, при условии, что он содержит как энтодерму, так и эктодерму.

Каким образом гидра демонстрирует «**разделение труда**»? Ответьте на этот вопрос, объяснив классы клеток, специализированных для выполнения различных функций. Какие клетки гидры являются наименее специализированными? Чем план строения гидры отличается от плана строения простой губки? Один гениальный натуралист, живший более века назад, утверждал, что для гидры не имеет значения, находится ли эктодерма или энтодерма снаружи или внутри, — она может одинаково хорошо переваривать пищу с любой из этих оболочек. Он позволил гидре проглотить червя, привязанного к нити, а затем, осторожно потянув за нить, вывернул гидру наизнанку. Совсем недавно японский натуралист показал, что гидру можно легко вывернуть наизнанку, но он также обнаружил, что, если ее оставить в покое, она вскоре возвращается в свое естественное состояние, что **клетки действительно специализированы** и каждый слой может выполнять только свою работу, а не другую.

Повадки. Все тело гидры представляет собой полый мешок, полость которого простирается даже до щупалец. Количество щупалец может увеличиваться по мере роста гидры, но редко превышает восемь. Гидра более активна в движениях, чем в передвижении. Она редко перемещается с места, но ее щупальца постоянно сгибаются, выпрямляются, сокращаются и расширяются. Тело также обычно находится в движении, изгибаясь из стороны в сторону. Когда щупальца подносят к рту пойманную добычу, рот (невидимый без лупы) широко открывается, показывая пять долей или губ, и добыча быстро попадает внутрь. Гидра может проглотить животное, диаметр которого превышает ее собственный.

Клетки энтодермы имеют *амебoidalное движение*, то есть вытягивают псевдоподии. Они также напоминают амёб по способности к *внутриклеточному пищеварению*, то есть поглощают более твердые частицы пищи и затем переваривают их, отвергая неперевариваемые части. Некоторые из этих клеток имеют *жгутики* (см. [рис. 39](#)), которые поддерживают жидкость полости в постоянном движении.

Иногда **гидра движется** по подобию маленькой гусеницы, называемой «измерительным червем», то есть сначала удерживается лапкой, затем щупальцами, закручивая свое тело при каждом шаге. Иногда тело переворачивается с ног на голову, выполняя медленные сальто.

Длина вытянутой гидры может достигать полудюйма. При прикосновении щупальца и тело сжимаются, и невооруженным глазом она выглядит как круглый кусочек желе. Это свидетельствует о *чувствительности*, и считается, что несколько маленьких звездообразных клеток являются *нервными клетками*, но гидра не имеет нервной системы. Гидры демонстрируют свою любовь к свету, перемещаясь к той стороне сосуда или аквариума, откуда исходит свет.

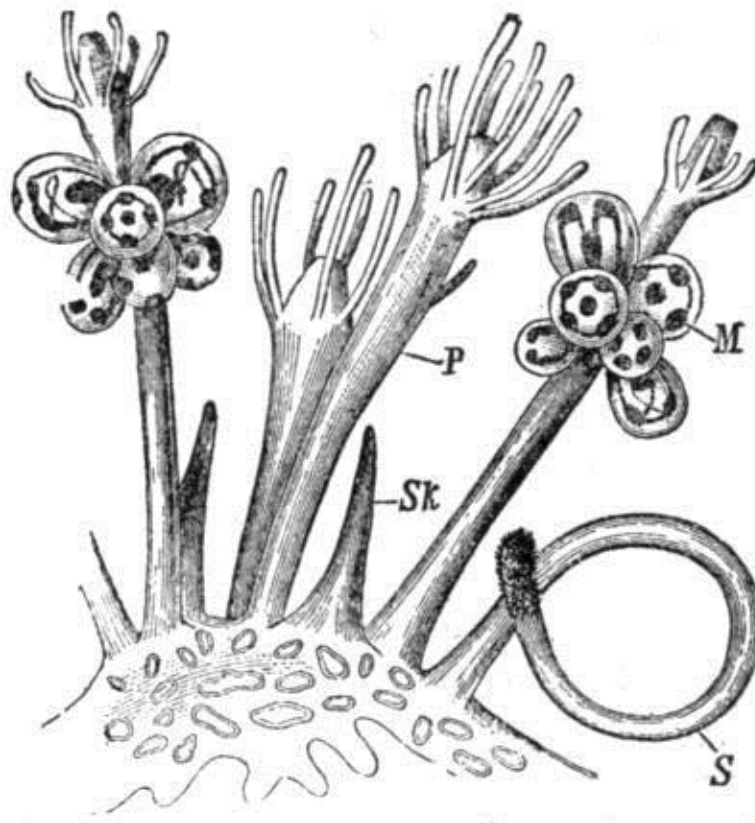


Рис. 40. Колония гидроидных, с питательными (P), репродуктивными (M) и защитными (S) гидрантами.

Ветвистые полипы (иногда называемые *Cœlenterata*). Гидра — *единственный пресноводный представитель* этой большой ветви животного царства. Эта ветвь характеризуется тем, что ее представители имеют только одно отверстие в теле. К полипам также относятся морские животные, называемые *гидроидами, медузами и коралловыми полипами*.

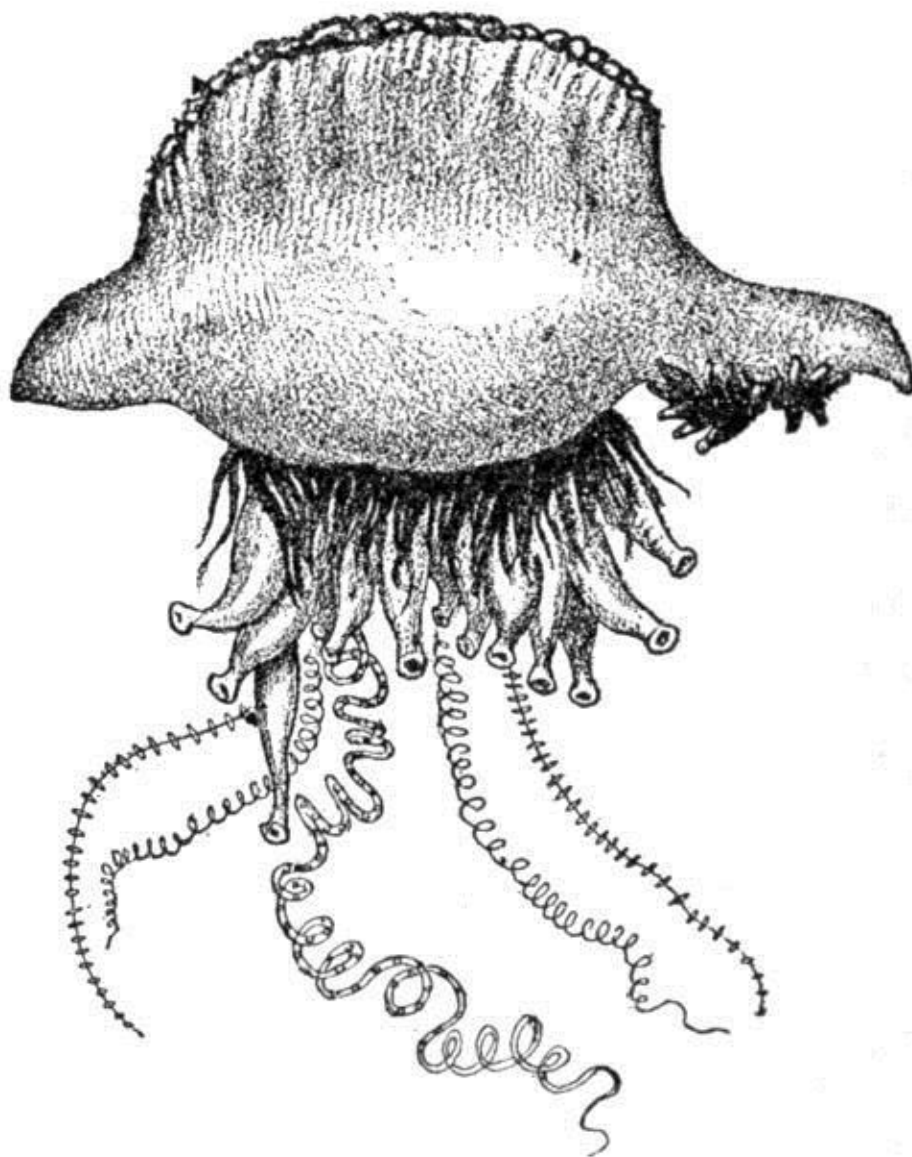
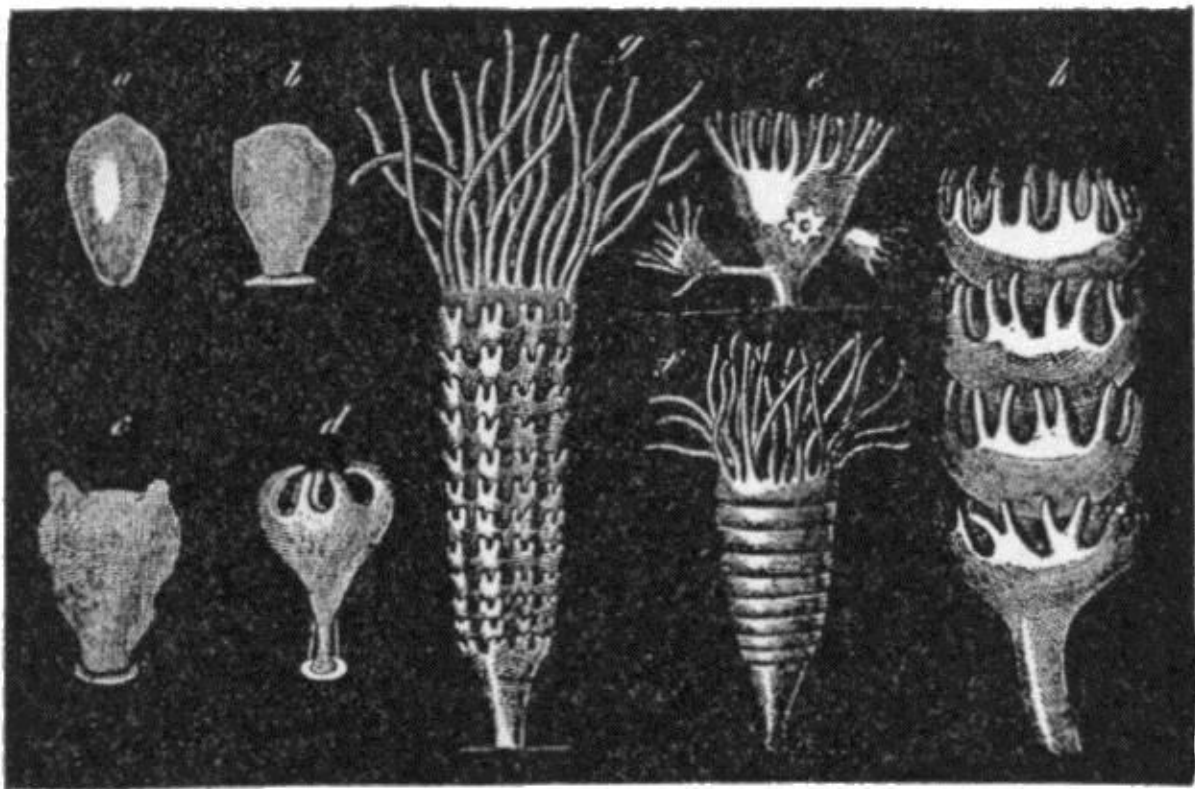


Рис. 41. — «ПОРТУГАЛЬСКИЙ КОРАБЛИК» (сравните с [рис. 40](#)). Плавающая колония гидроидов с длинными, жалящими (и сенсорными) лентами. Доставляет неудобства купающимся в Мексиканском заливе. Обратите внимание на шарообразный поплавок.

Гидроиды. На [рисунке 40](#) показан *гидроид*, или группа гидроподобных образований, одно из которых питается и переваривает пищу для всей группы, другое защищает ее с помощью жалящих клеток, а третье производит яйца. Каждая гидроподобная часть гидроида называется *гидрантом*. Иногда почки на гидре остаются прикрепленными так долго, что на первой почке образуется вторая. Таким образом, в одном организме представлены три поколения. Такие образования показывают нам, что не всегда легко определить, что составляет отдельное животное.



a b
c d g e f h

Рис. 42. — Образование множества свободно плавающих медуз из одной неподвижной гидроподобной формы. Части в форме блюдца (h) переворачиваются после отделения и становятся похожими на [рис. 43](#) или [44](#). Буквы обозначают последовательность диаграмм.

Можно предположить, что *гидроиды развились* в результате неспособности зародышей гидры отделиться от родителя и постепенного формирования привычки жить вместе и помогать друг другу. Когда каждый гидрант гидроида посвятил себя особой функции пищеварения, защиты или размножения, эта группа жила дольше и процветала; образовывалось больше яиц, и привычки группы передавались более многочисленному потомству, чем привычки группы, члены которой работали более независимо друг от друга.

Так как *губка* является первым, самым низким и простым примером *посвящения специальных клеток специальным целям*, гидроид является первым, самым низким и простым примером появления *органов*, то есть *специальных частей тела* (групп клеток), *выделенных для специальной работы*.

Сколько зрелых гидрантов видно на гидроиде, показанном на [рис. 40](#)? Почему защитные гидранты находятся снаружи колонии? Какие гидранты не имеют щупалец? Почему?

Медузы. Смена поколений. Медуза. У некоторых видов гидроидов происходит очень любопытная вещь. *Гидрант, который должен производить яйца, отпадает* и становится независимым от колонии. Еще более удивительно, что его внешний вид полностью меняется, и вместо гидроподобного он становится большим и сложным существом, называемым *медузой* ([рис. 43](#)). Но из *яйца медузы* появляется маленькое *гидроподобное животное*, которое путем почкования дает начало *гидроиду*, и цикл замыкается.

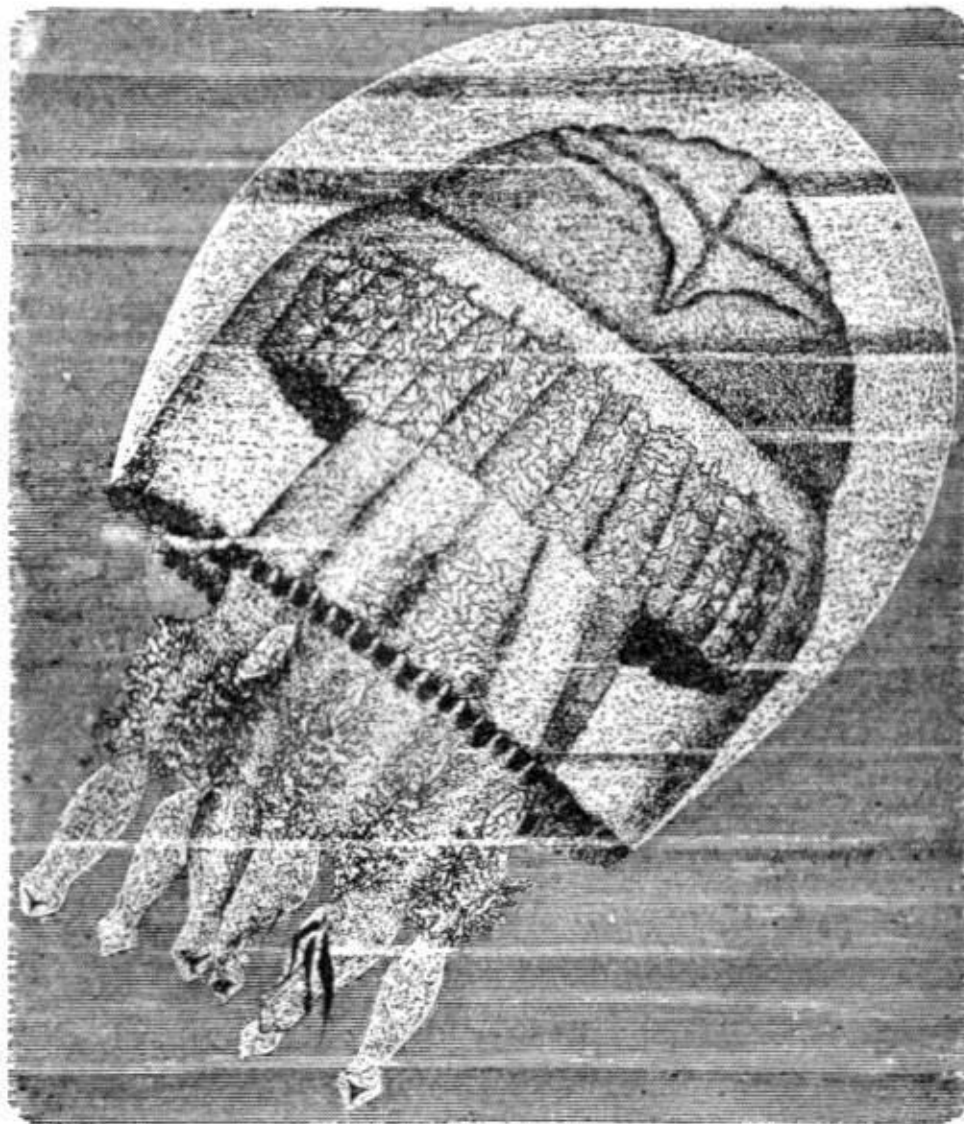


Рис. 43. Медуза.

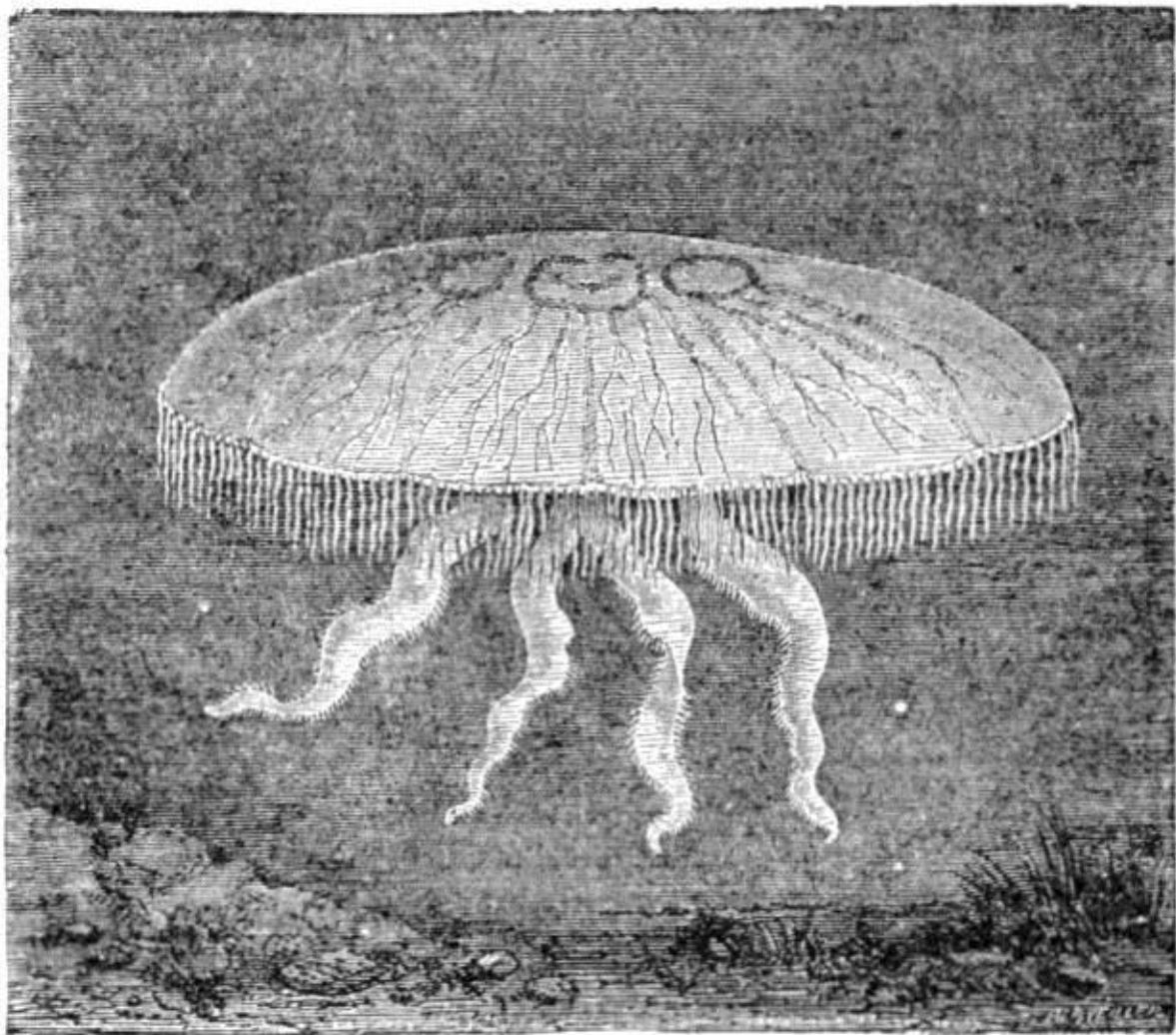


Рис. 44. Медуза (медуза).

Почка (или репродуктивный гидрант) гидроида производит не гидроид, а медузу; яйцо медузы производит не медузу, а гидроид. Зоологи называют это *чередованием поколений*. *Полная особь* — это жизнь от прорастания одного яйца до производства другого. Таким образом, «индивидуум» состоит из гидроидной колонии, закрепленной в одном месте, вместе со всеми медузами, произведенными из ее почек, которые теперь могут плавать в океане в нескольких милях от нее. Купальщики в прибое иногда касаются и жалят длинные лентообразные щупальца медузы. Они, как и щупальца гидры, имеют жгучие клетки ([рис. 41](#)).

Свободно плавающая медуза в форме зонтика называется *медузой* ([рис. 44](#)).

Коралловые полипы. Некоторые солеводные родственники гидры производят почки, которые остаются прикрепленными к родительскому организму, однако ничем не отличаются от него. *Коралловые полипы* и *коралловые водоросли* являются примерами *колоний* такого рода, обладающих общим стеблем, который формируется по мере продолжения процесса размножения. В случае коралловых полипов отдельные животные и соединяющая их плоть выделяют внутри себя твердую, известковую, поддерживающую структуру, известную как *коралл*. У некоторых видов коралл, или каменная часть, настолько развит, что полип кажется вставленным в коралл, в который он уходит для частичной защиты ([рис. 45](#)).



Рис. 45. — Коралловые полипы (щупальца, кратные *шести*). Обратите внимание на гипостом.

Коралловые полипы выделяют гладкий стебель, который не обеспечивает защиты, но они также выделяют оболочку или оболочку, которая охватывает как их самих, так и стебель. Оболочка имеет отверстия, через которые полипы выпячиваются, чтобы питаться, когда опасности нет ([рис. 46](#)). Красные «кораллы», используемые в ювелирных изделиях, представляют собой кусочки стеблей коралловых полипов. Коралловые полипы ([рис. 47, 48](#)) не так многочисленны и не так важны, как коралловые полипы ([рис. 45, 49](#)).



Рис. 46. — Красный кораллиновый полип с коркой и полипами (*восемь* щупалец).

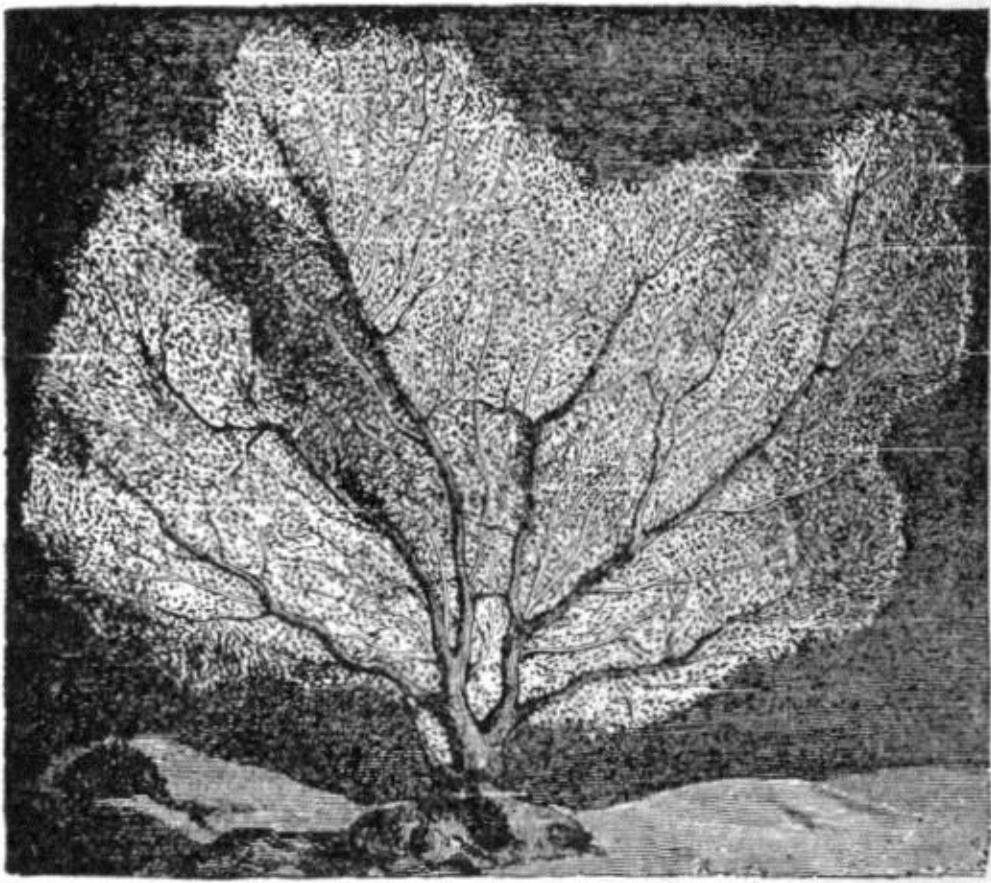


Рис. 47. Морской веер (кораллин).

Колонии коралловых полипов растут в тропических морях в бесчисленных количествах. Кораллы, образованные последовательными колониями полипов, накапливаются и образуют множество островов и важных придатков к континентам. Так были образованы «ключи» Флориды, или острова, и южная часть материковой части Флориды.

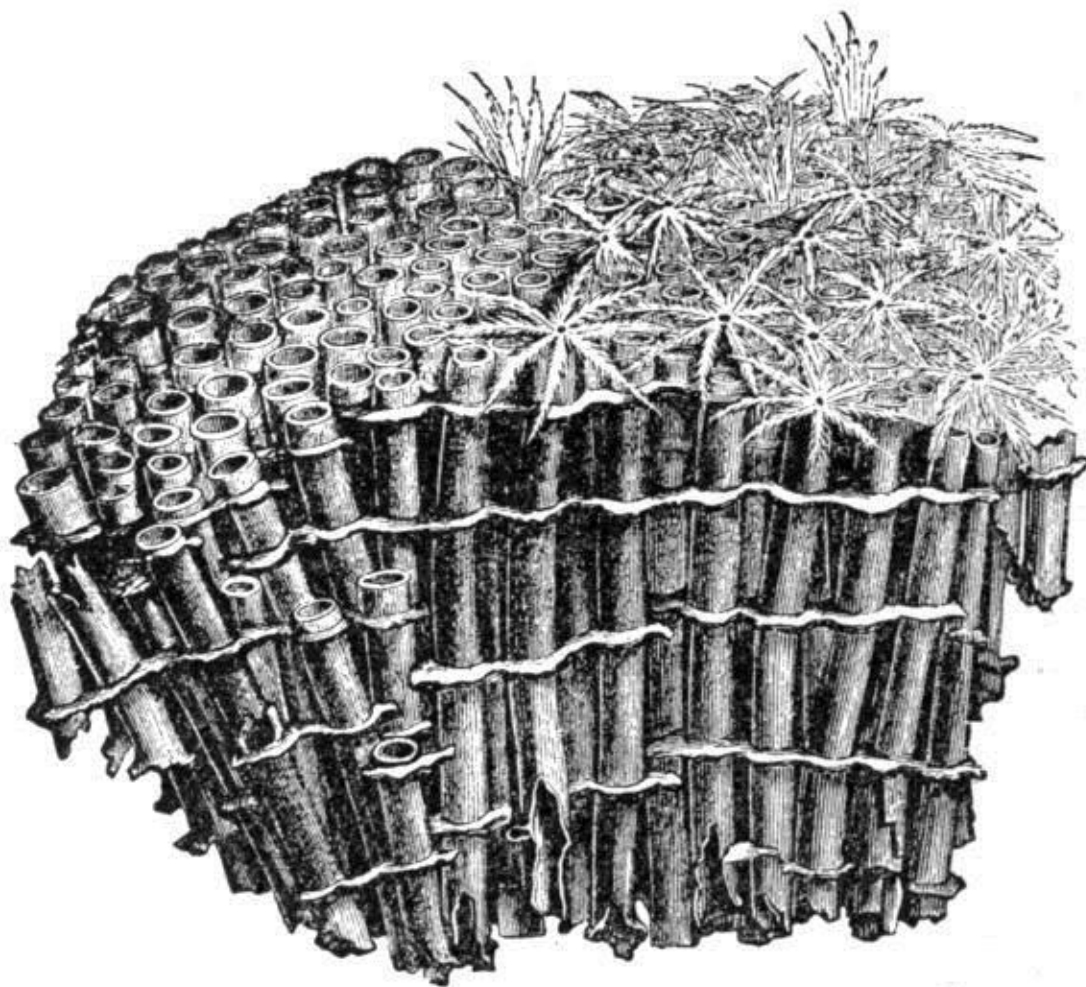


Рис. 48. — Органная труба «Коралл» (кораллин).

Морская анемона, как и коралловый полип, живет в море, но, как и пресноводная гидра, *не откладывает известковую опору для своего тела*. Анемона намного больше гидры и большинства коралловых полипов, многие виды достигают высоты нескольких дюймов. Она *не образует колоний*. Когда ее щупальца втянуты, она выглядит как большая бугорок блестящего, но непрозрачного желе. Полипы раньше называли *зоофитами (растениями-животными)* из-за их цветочного внешнего вида ([рис. 50. 51](#)).

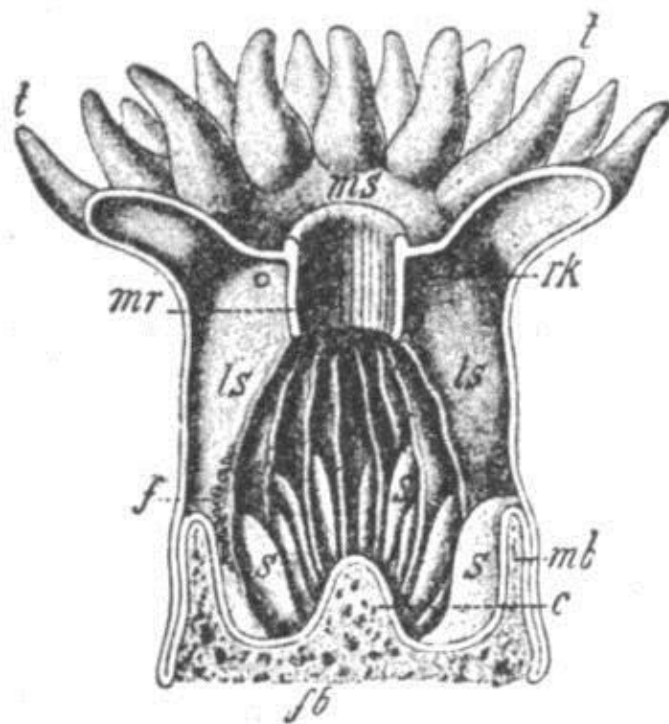


Рис. 49. — Вертикальный срез кораллового полипа $\times 4$.

ms, рот; *mr*, пищевод; *ls, ls*, мясистые перегородки (мезентерии), простирающиеся от внешней стенки тела до пищевода (для увеличения поверхности всасывания); *s, s*, более короткие перегородки; *mb, fb*, каменная опора (из известняка, называемая кораллом); *t*, щупальца.



Рис. 50. — Морская анемона.

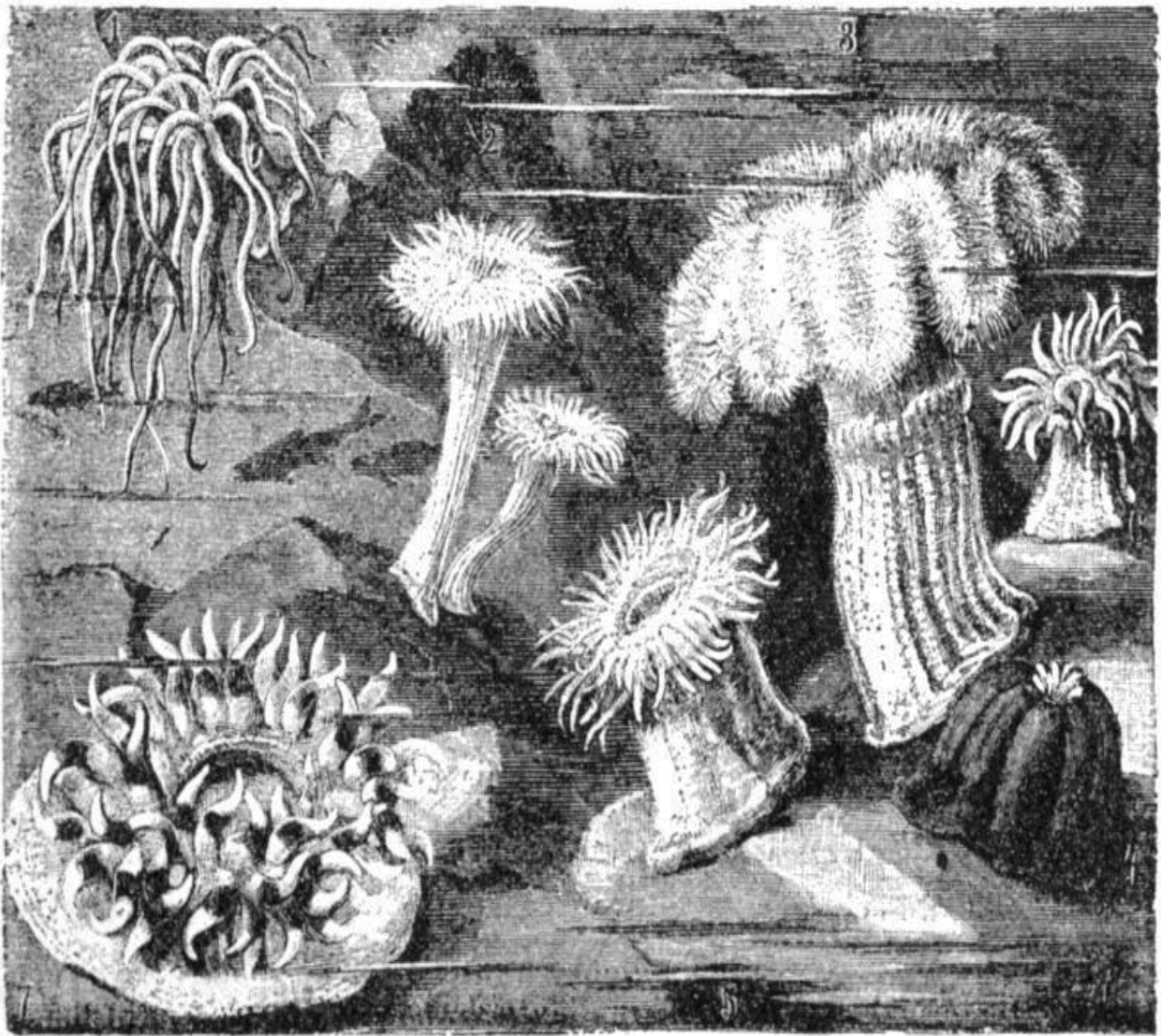


Рис. 51. — Морские анемоны.

ГЛАВА V

ИГЛОКОЖИЕ (КОЛОЦНИЕ ЖИВОТНЫЕ)

МОРСКАЯ ЗВЕЗДА

Рекомендации. Поскольку иглокожие являются аномальными, хотя и интересными формами, не вписывающимися в обычный ход развития животных, эту главу можно опустить, если необходимо сократить курс. Обычная морская звезда встречается вдоль побережья Атлантического океана. Ее можно поймать, бродя по берегу во время отлива. Ее убивают, погрузив в теплую пресную воду. Обычно образцы сохраняют в 4-процентном формалине. Также полезны сушеные морские звезды и морские ежи. Поучительным будет живая морская звезда, содержащаяся в ведре с соленой водой.

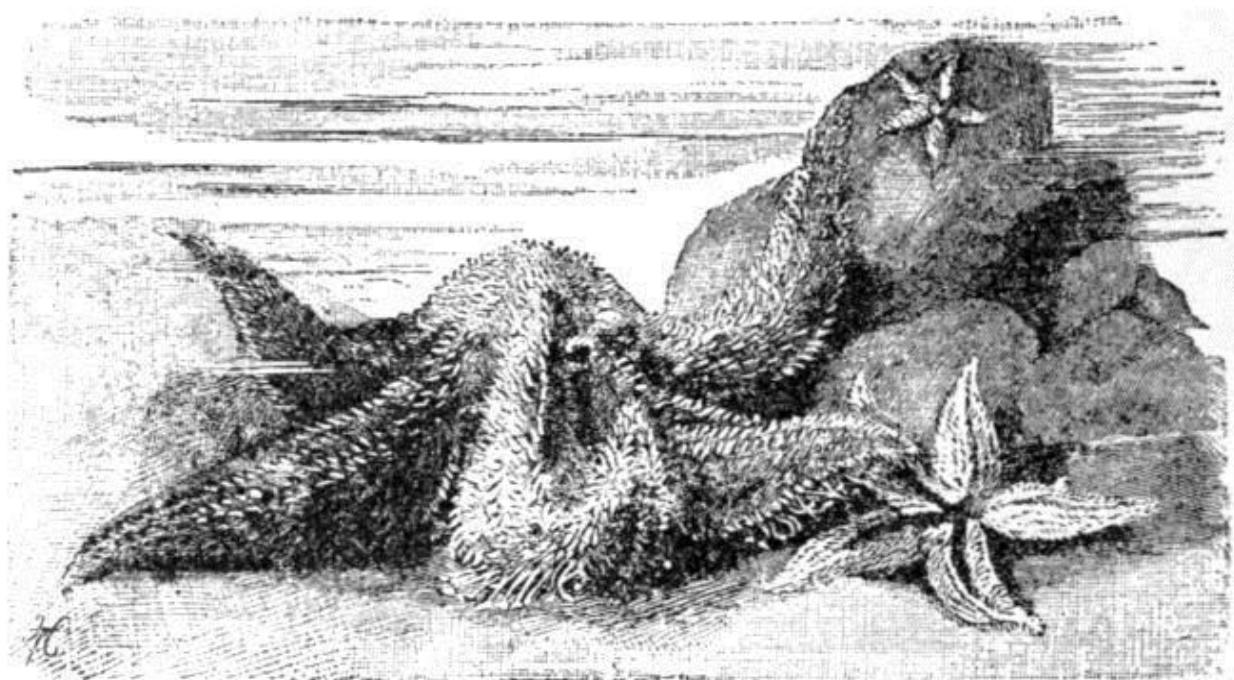


Рис. 52. Морская звезда на каменистом берегу.

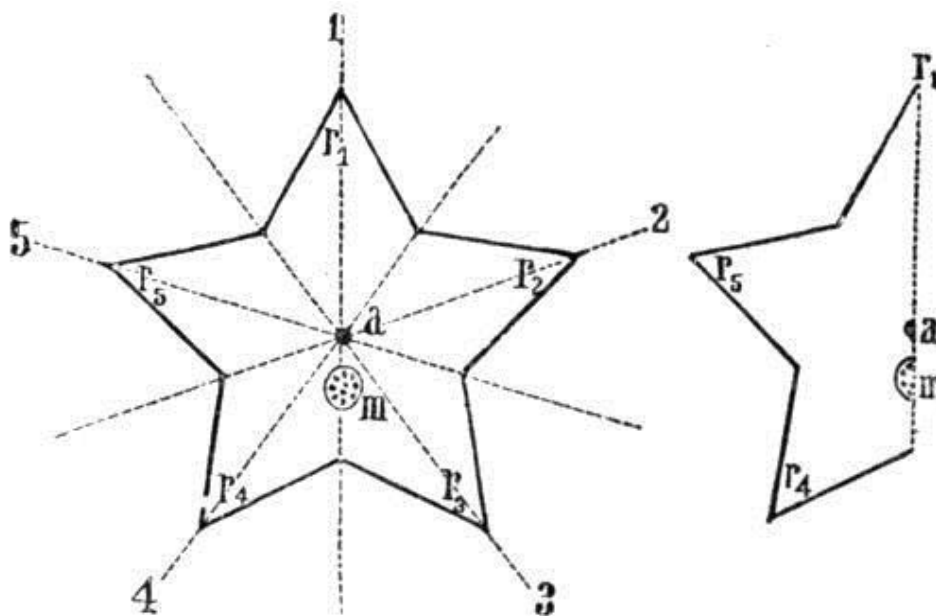
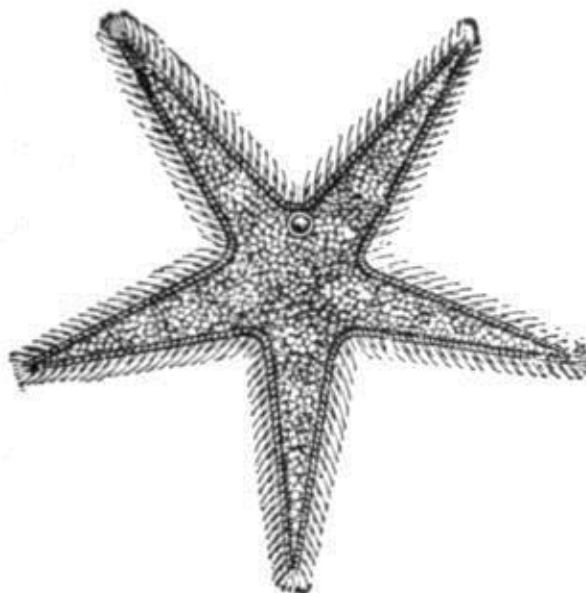


Рис. 53. СХЕМА морской звезды; III — madreporit.

Внешние особенности. Морские звезды обычно бывают коричневого или желтого цвета. Почему? (См. [рис. 52.](#)) Есть ли у них голова или хвост? Правая и левая стороны? Какова форма *диска* или части, на которой расположены пять *лучей*? ([Рис. 53.](#)) Имеет ли тело в целом симметрию по обе стороны от линии (двусторонняя симметрия) или вокруг точки (радиальная симметрия)? Имеют ли отдельные лучи двустороннюю симметрию ()? *Скелет* состоит из известковых пластин, встроенных в прочную кожу ([рис. 54](#)). *Кожа* шероховатая или гладкая? Твердая или мягкая? Выступы (или *шипы*) на коже длинные или короткие? Кожа упрочнена известковыми пластинами, за исключением области вокруг *рта*, который находится в центре нижней стороны и окружен мембраной. Что более шероховато: сторона рта (*оральная* сторона) или противоположная сторона (*аборальная* сторона)? Какая сторона более плоская? *Отверстие* находится в центре диска на аборальной поверхности или рядом с ним. Обычно оно очень маленькое, а иногда и вовсе отсутствует. Почему отверстие не имеет большого значения, станет понятно после того, как вы узнаете, как морская звезда питается.

Рис. 54. — Известковые пластинки в



– Морская звезда (с madreporitom).

Орган, свойственный животным этой ветви и называемый *мадрепорической пластиной* или *мадрепоритом*, находится на аборальной поверхности между основаниями двух лучей ([рис. 55](#)). Он похож на бородавку и обычно имеет белый или красный цвет. Эта пластина является *ситом*; мелкие отверстия не пропускают песок, но позволяют проходить воде.

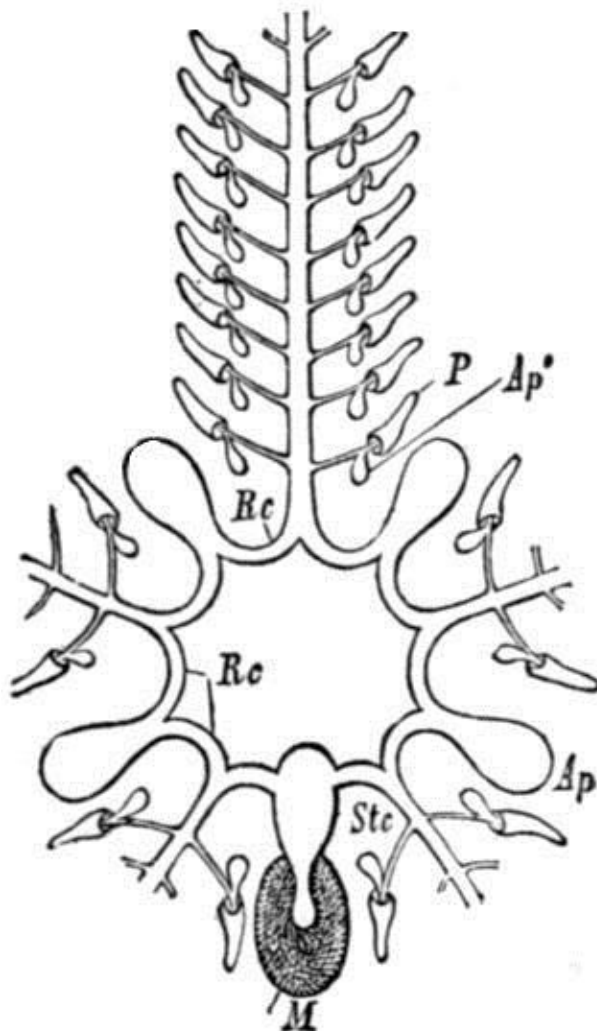


Рис. 56. Водяная трубка морской звезды.

m, мадрепорит; *stc*, каменный канал; *ap*, ампула.

Движения: система водяных трубок. Вода, которая фильтруется через перфорированный мадрепорит, необходима для снабжения *системы каналов* ([рис. 56](#)). Мадрепорит открывается в канал, называемый *каменным каналом*, стенки которого упрочнены тем же материалом, что и кожа. Каменный канал ведет к кольцевому каналу, окружающему рот ([рис. 56](#)). Кольцевой канал направляет *радиальные каналы* в каждый луч, чтобы снабжать двойной ряд *трубчатых ножек*, расположенных в канавке на нижней стороне каждого луча ([рис. 57](#)). Из-за своего расположения рядами, ножки называются *амбулакральными* (, от лат. *ambulacra*, «лесные прогулки»). У основания каждой трубчатой ножки находится водохранилище (*ampulla*) или мышечный водяной пузырь ([рис. 58](#)). Они сокращаются и заставляют воду поступать в трубчатые ножки, вытягивая их. Чашеобразные концы трубок прилипают к земле за счет всасывания. Ножки содержат тонкие мышцы, с помощью которых они сокращаются и укорачиваются. Таким образом, животное медленно

тянет себя вперед, сотни ножек действуют совместно. Трубчатые ножки, для своей же защиты, могут сокращаться и уходить в борозду, а вода, которая их вытягивала, возвращается в ампулу. Эта система водных сосудов (или водная сосудистая система) иглокожих характерна для них, т. е. не встречается нигде больше в животном мире. Канавки и пластинки по обеим сторонам от них занимают *амбулакральные области*. Ряды шипов по обеим сторонам канавок свободно подвижны. (В чем преимущество?) Шипы на аборальной поверхности не подвижны.

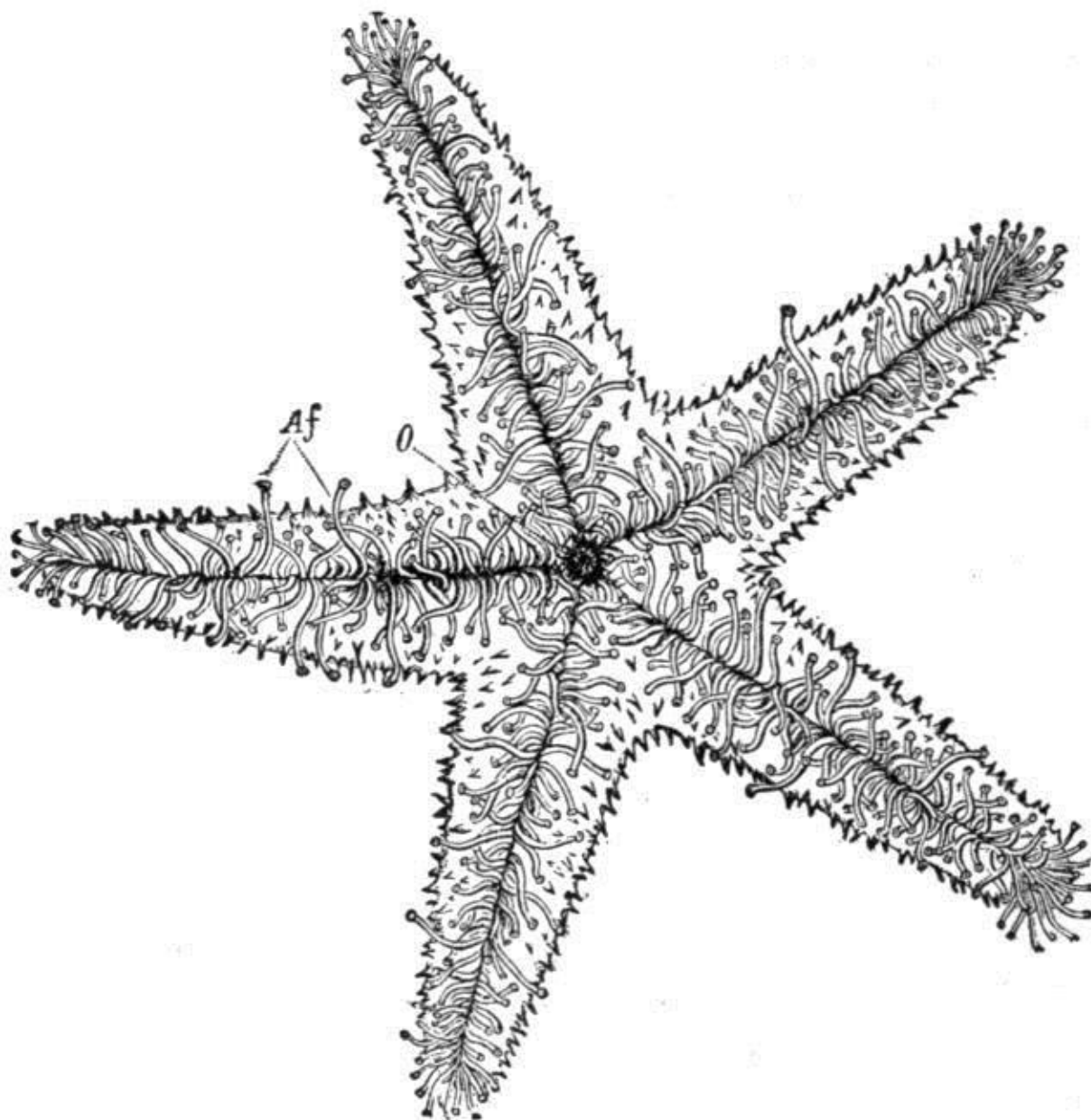


Рис. 57. Морская звезда, снизу; трубчатые ножки вытянуты.

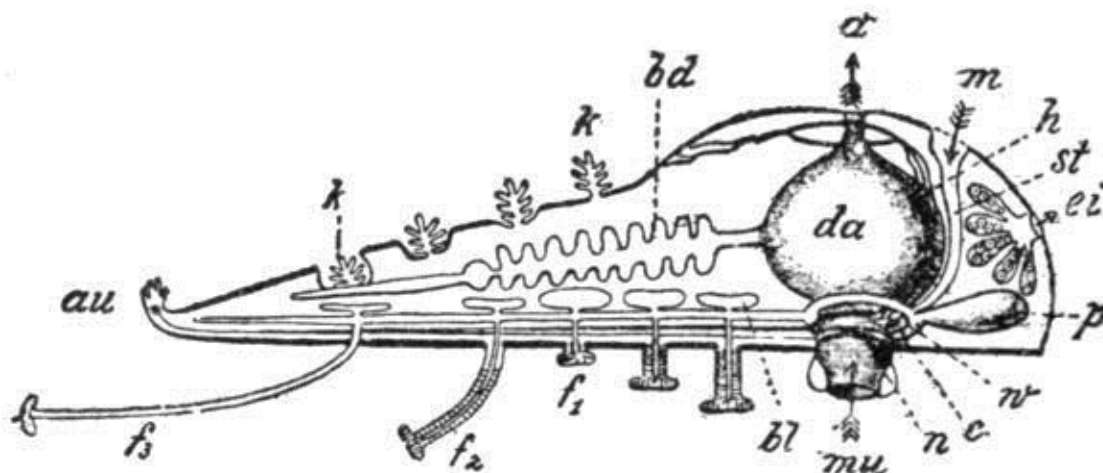


Рис. 58. — Срез одного луча и центральной части морской звезды.

f1, f2, f3 — трубчатые ножки, более или менее вытянутые; *ai* — глазное пятно; *k* — жабры; *da* — желудок; *m* — madreporit; *st* — каменный канал; *p* — ампула; *ei* — яичник.

Дыхание. Система водных сосудов служит дополнительной цели — приводить воду, содержащую кислород, в контакт с различными частями тела, и раньше считалось, что у морской звезды нет специальных дыхательных органов. Однако в аборальной стенке есть отверстия, через которые выступают складки тонкой выстилающей мембраны. Сейчас считается, что это жабры (*k*, [рис. 58](#)).

Нервная система расположена так близко к аборальной поверхности, что большая ее часть видна без вскрытия. Ее основными частями являются *нервное кольцо* вокруг рта, которое отправляет *ветви* вдоль каждого луча. Эти ветви можно увидеть, раздвинув ряды трубчатых ножек. Они заканчиваются пигментированной клеткой на конце каждого луча, называемой *глазным пятном*.

Пища морских звезд состоит из таких животных, как крабы, улитки и устрицы. Когда добыча слишком велика, чтобы поместиться в рот, морская звезда *выворачивает свой желудок наизнанку* над добычей ([рис. 59](#)). После отделения раковин желудок прикладывается к мягким перевариваемым частям. После того, как животное съедено, желудок втягивается. Этот странный способ питания очень экономичен с точки зрения пищеварительных способностей, поскольку *в организм попадает только та часть пищи, которая может быть перевариваема и усвоена*. Только нижняя часть желудка широкая и растяжимая. Верхняя часть (рядом с аборальной поверхностью) не такая широкая. Эта часть принимает секрет от пяти пар пищеварительных желез, по одной паре в каждом луче. Челюсти и зубы отсутствуют. (Почему?) Иногда отсутствует клоака. Почему?

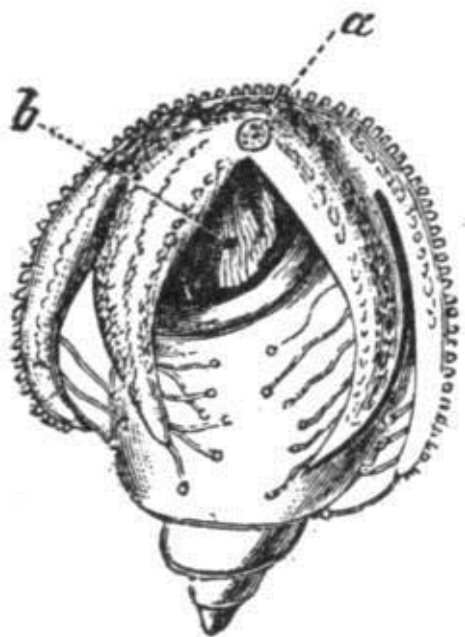


Рис. 59. Морская звезда, поедающая морскую улитку.

b, вывернутый желудок.

Размножение. У основания каждого луча самки морской звезды находится пара яичников (рис. 58). Сперматозоиды самца имеют такое же положение и форму, как и яичники, но они более светлого цвета, обычно белого.^[2]

^[2] Сперматозоиды и яйцеклетки выделяются взрослыми особями в воду, и сперматозоид, который, как и все сперматозоиды, имеет вибрирующий хвостоподобный жгутик для движения, достигает яйцеклетки и оплодотворяет ее.

Регенерация после увечья. — Если морская звезда теряет один или несколько лучей, они заменяются новыми. Только очень невежественный устрицевод, разгневанный на разрушения, причиняемые морскими звездами его устричным грядам, может порубить морских звезд на куски, так как это только способствует их размножению. Эта способность имитирует размножение делением у простейших животных.

Шаги вперед по сравнению с низшими ветвями. Морские звезды и другие иглокожие имеют более развитую нервную систему, органы чувств и пищеварение, чем ранее изученные формы; наиболее отличительной чертой является наличие полости тела, отличной от пищевой полости. Пищеварительные железы, репродуктивные железы и жидкость, которая несовершенно выполняет функцию крови, находятся в полости тела. Сердца и кровеносных сосудов нет. Движения желудка и изгибы лучей приводят в движение эту жидкость в полости тела. Ее нельзя назвать кровью, но она содержит белые кровяные тельца.

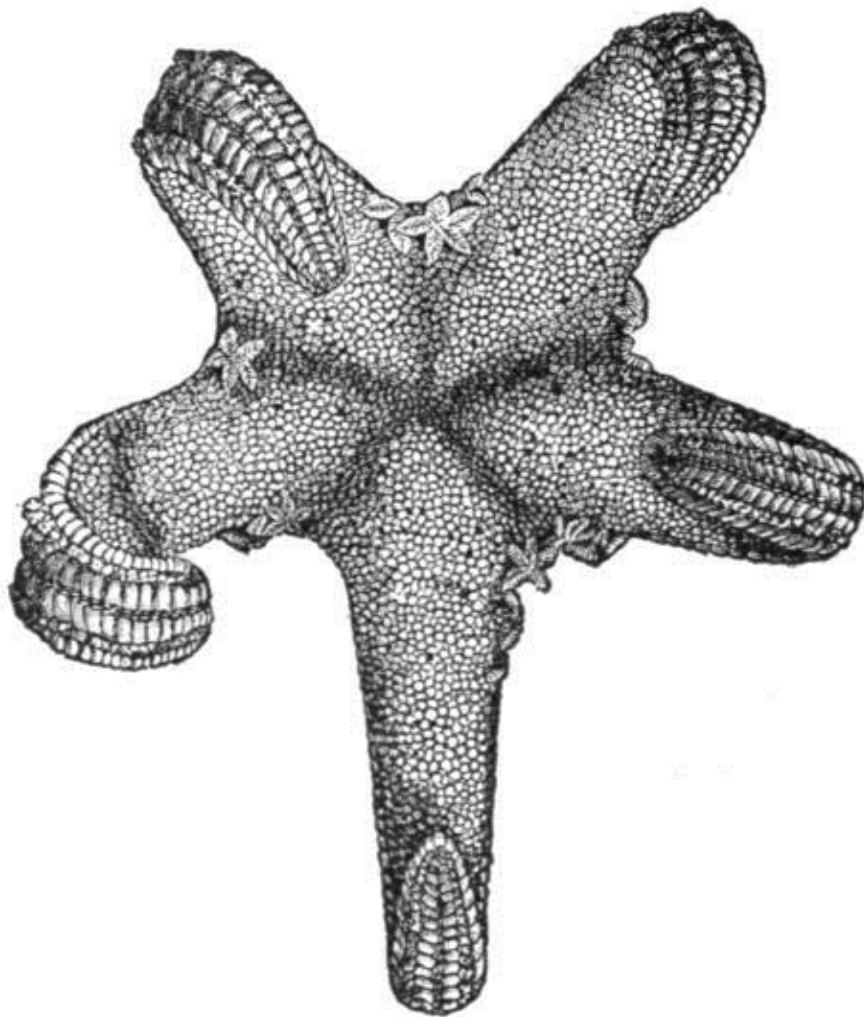


Рис. 60. Молодые морские звезды ползут по своей матери. (Отчеты «Челленджера»).

Морская звезда при вылуплении является активно плавающим двусторонним животным, но вскоре приобретает звездообразную форму ([рис. 60](#)). Известковые пластинки морской звезды не принадлежат ни к внешнему, ни к внутреннему слою (энтодерме и эктодерме) стенки тела, а к третьему или среднему слою (мезодерме); ведь иглокожие, как и полипы, относятся к трехслойным животным. В этом ее скелет отличается от панциря рака, который образуется в результате затвердевания самой кожи.

Защитная окраска. Морские звезды бывают коричневого или желтого цвета. Это делает их незаметными на коричневых скалах или желтом песке морского побережья. Это пример защитной окраски.

МОРСКОЙ ЁЖ

Внешние особенности. Какова форма тела? Какую симметрию оно имеет? Где находится ротовая (или ртовая) поверхность? Аборальная поверхность? Где тело уплощено? Какова форма шипов? Для чего они нужны? Как расположены трубчатые ножки (tube)? Где начинаются и заканчиваются ряды? Как вы думаете, морской ёж, помещенный в воду вверх ногами, сможет перевернуться быстрее или медленнее, чем морская звезда? Какое преимущество при переворачивании будет у одного из них, которого не будет у другого? Название «морской ёж» не имеет отношения к озорному мальчику, а означает «морской еж» (французское *oursin*, еж), и это название было предложено из-за его иголок.

Сравнение морской звезды и морского ежа. Водная система морского ежа, состоящая из madreporita, трубок и водяных пузырьков, или ампул, похожа на систему морской звезды. Трубчатые ножки и способ передвижения у них одинаковы. Ни у одного из этих животных нет необходимости в хорошо развитых дыхательных органах, так как все их тело, внутри и снаружи, погружено в воду. Способ размножения у них одинаков.

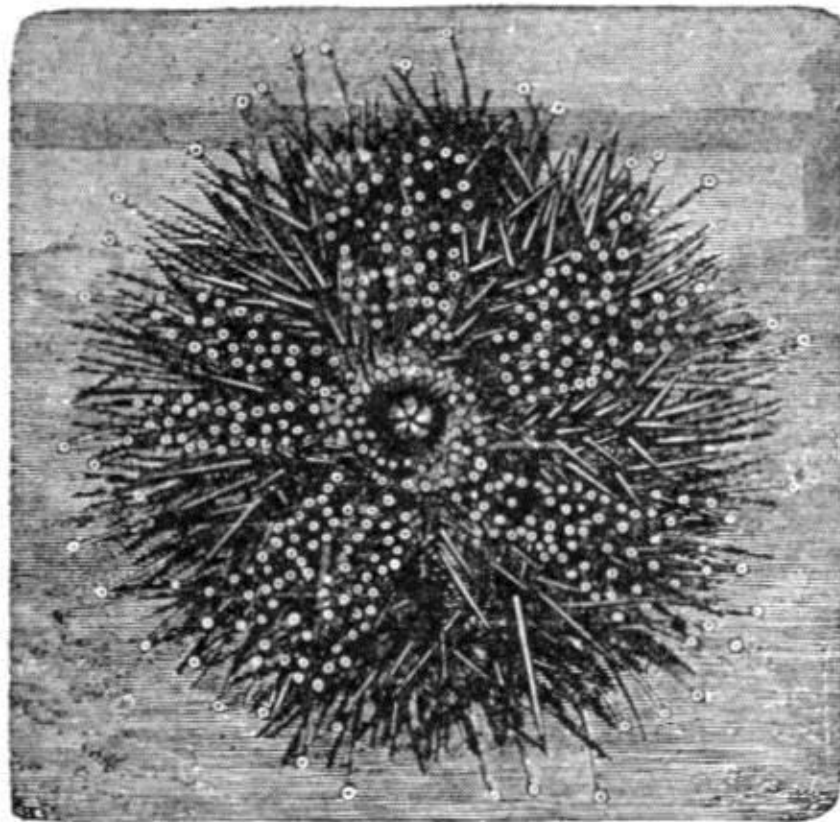


Рис. 61. Морской ёж, ползущий по стеклянной передней стенке аквариума (видно ротовые шипы и трубчатые ножки).

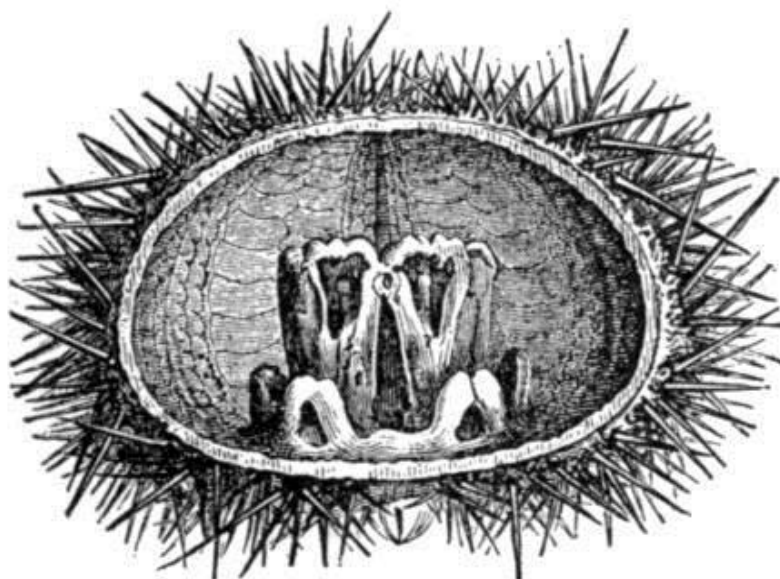


Рис. 62. Морской ёж без игл

Рис. 63. — Срез морского ё
[62.](#)

ими, показанными на [рис.](#)

Морская звезда питается животными. Пища морского ежа почти исключительно растительная, поэтому ему нужны зубы ([рис. 62, 63](#)); его пищевой канал длиннее, чем у морской звезды, так же как пищевой канал овцы, чья пища переваривается медленно, намного длиннее, чем у собаки.

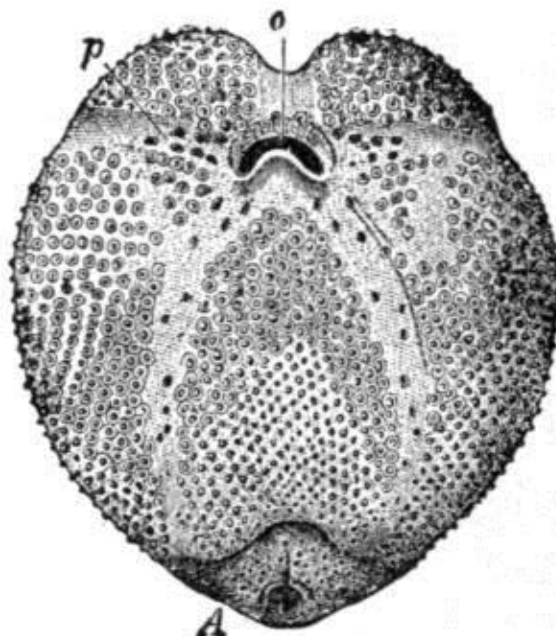


Рис. 64. Морская выдра, морской ёж с ртом (o) и клоакой (A) на одной стороне тела.

Самые крупные виды морских ежей почти такие же большие, как голова ребенка, но такой размер является необычным. Иглы крепятся на бугорках, а соединение напоминает шаровое соединение и обеспечивает широкий диапазон движений. Некоторые морские ежи обитают на песчаных берегах, другие виды — на скалах. Песочные доллары имеют более светлый окрас. (Почему?) Они обычно более плоские и имеют более легкие и тонкие стенки, так как существует опасность погружения в песок. Вес песочного доллара с пятью отверстиями еще больше уменьшается за счет отверстий, которые также позволяют ему легче подниматься в воде. Уплощенная нижняя поверхность как морской звезды, так и морского ежа позволяет телу оставаться неподвижным, пока трубчатые ножки вытягиваются вперед для следующего шага.

ДРУГИЕ ИГЛОКОЖИЕ

Морские огурцы, или **голотурии**, во многом похожи на морских ежей, но их тела удлинённые, а известковые пластинки отсутствуют или очень мелкие. Рот окружен щупальцами ([рис. 65](#)).

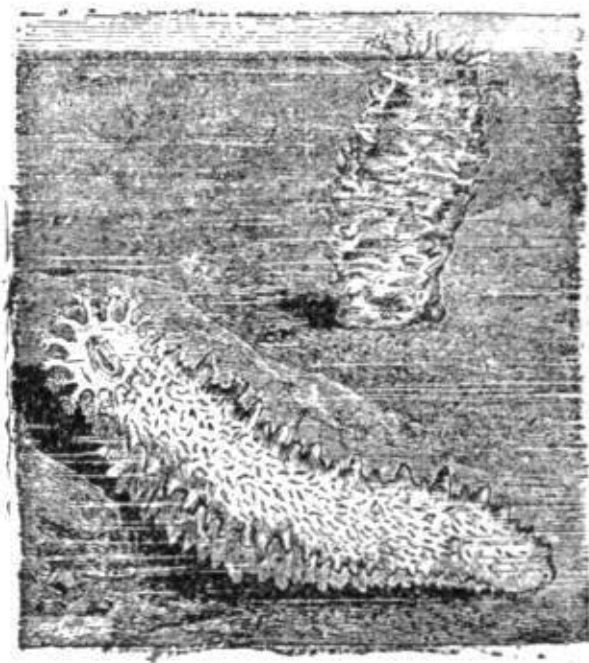


Рис. 65. — Морские огурцы.

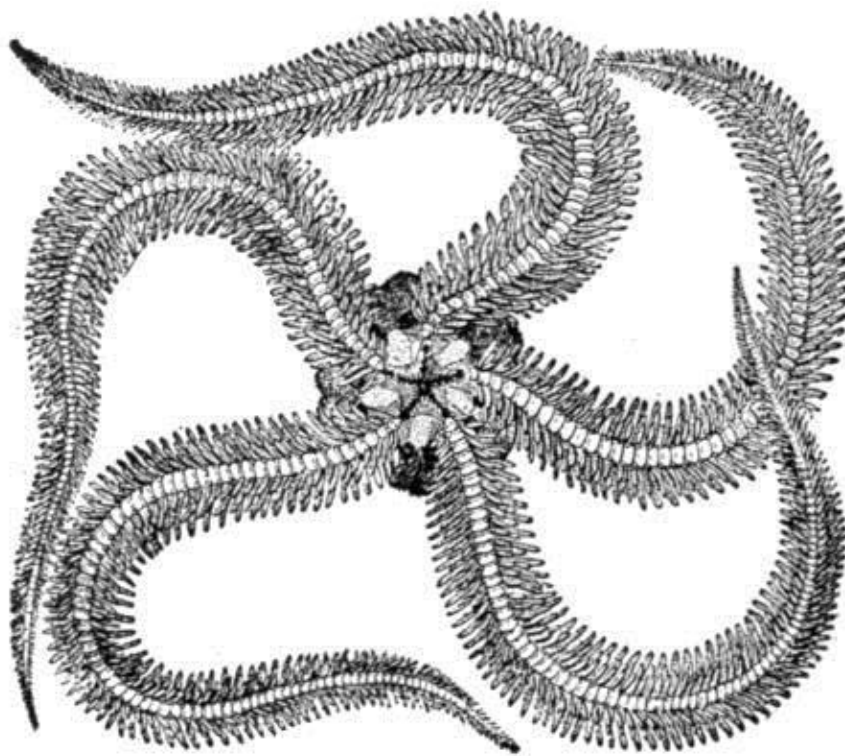


Рис. 66. — Морская звезда.

Осколочные звезды по форме напоминают морских звезд, но их лучи очень тонкие, более отчетливые от диска, а трубчатые ножки находятся на краях лучей, а не под ними ([рис. 66](#)).

Криноиды — самые древние из иглокожих ([рис. 67, 68](#)). Их окаменелости очень часто встречаются в горных породах. Они обитали в геологических морях, и считается, что другие иглокожие произошли от них. Некоторые из них сейчас обитают в глубоких морях.

Четыре класса лучекожих: морские звезды (*астероиды*), морские ежи (*эхиноиды*), морские огурцы (*голотурии*) и морские лилии (*криноиды*).

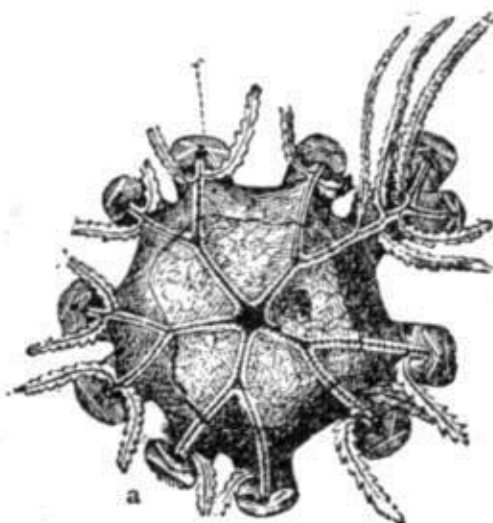


Рис. 68. Диск к

ия рядом с ним, справа (руки удалены).

зволяет страница тетради, и

Тело круглое, двусторонне
Какие органы чувств
Отверстия в теле
Твердые или опорные ча
Как принимается пища
Как движется
Как дышать

[illegible]

ГЛАВА VI

ЧЕРВИ

Предложения: земляных червей можно найти днем после сильного дождя или, копая или переворачивая доски, бревна и т. д. во влажных местах. Ночью их можно найти на поверхности, освещая фонарем. Живые экземпляры можно содержать в лаборатории в коробке, наполненной влажной (не мокрой) глинистой почвой и мертвыми листьями. Их можно кормить кусочками жирного мяса, капустой, луком и т. д., брошенными на поверхность. При изучении живых червей их следует дать ползать по влажной бумаге или дереву. Дождевого червя, помещенного в стеклянную трубку с богатой влажной почвой, можно наблюдать изо дня в день.

Внешние особенности. — Является ли тело *двусторонним*? Есть ли *спинная* и *брюшная* поверхность? Можете ли вы продемонстрировать это с помощью живого червя? Знаете ли вы животное со спинной и брюшной поверхностью, но не двустороннее?



Рис. 69. — Земляной червь.

Вы можете различить голову? Головной конец? Шею? Прикоснитесь к голове и проверьте, можно ли заставить его ползти назад. Какой конец более заостренный? Рот находится на конце головы или на верхней или нижней поверхности? Где находится *клоака*? Какова ее форма? Поскольку червь лежит на горизонтальной поверхности, есть ли у него уплощенные участки тела? Есть ли на теле четкие разграничения? Видите ли вы *глаза*?

Проведите эксперимент, чтобы выяснить, чувствителен ли червь (1) к *прикосновениям*, (2) к *свету*, (3) к сильным *запахам*, (4) к раздражающим жидкостям. Имеет ли он *вкусовые* ощущения? Эксперименты должны показать, избегает ли он яркого света, например, окна, или же тянется к нему (), а также, есть ли у него части тела, особенно чувствительные к прикосновениям, или все они одинаково чувствительны. Какой эффект дает внезапное приближение яркого света к нему ночью?

Видна ли *красная кровь* через кожу? Можно ли заметить *пульсацию* в сосуде вдоль спины? Все ли дождевые черви имеют одинаковое количество *сегментов* или колец? Сравните размер колец или сегментов. Может ли он ползти быстрее по стеклу или по бумаге?

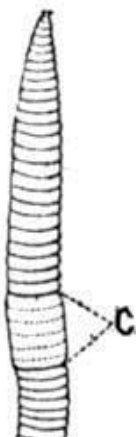


Рис. 70. — Ротовая полость и щетин

С помощью лупы на большинстве видов можно увидеть крошечные щетинкообразные выступы, называемые *щетинками*. Как расположены щетинки? (d, [рис. 70](#).) Сколько их на одном кольце червя? В какую сторону они направлены? Червь кажется более гладким, когда его тянут вперед или назад между пальцами? Почему? Щетинки находятся на нижней поверхности? На верхней поверхности? На боках? Для чего нужны щетинки? Полезны ли они под землей? Червь движется с одинаковой скоростью? Какие изменения формы происходят, когда передняя часть тела продвигается вперед? А когда задняя часть тянется вперед? На какое расстояние он продвигается при каждом движении? В определенные сезоны появляется широкая полоса, или кольцо, покрывающее несколько сегментов и делающее их визуально увеличенными ([рис. 71](#)). Это *клителлум*, или *репродуктивный пояс*. Этот пояс находится ближе к рту или к хвосту?

Нарисуйте внешний вид дождевого червя.

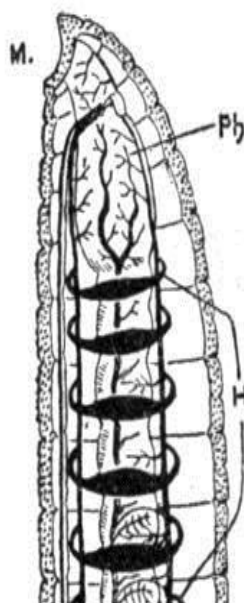
Спинальная и брюшная поверхности. Земляной червь всегда ползет той же поверхностью по земле; она называется *брюшной* поверхностью, противоположная поверхность — *спинальной*. Это первое изученное животное, к которому применимы эти термины. Каковы брюшная и спинальная поверхности рыбы, лягушки, птицы, лошади, человека?

Название «червь» часто небрежно применяется к различным ползающим существам в целом. Однако оно правильно применяется только к *сегментированным животным без сочлененных придатков*. Хотя гусеница ползает, она не является червем по нескольким причинам. У нее шесть сочлененных ног, и она не является развитым животным, а лишь ранней стадией жизни моли или бабочки. «Личинка» также имеет сочлененные ноги ([рис. 167](#)). Она не остается личинкой, а на взрослой стадии превращается в жука. Червь никогда не превращается в другое животное на поздней стадии своей жизни; его щетинки не сочленены.



Рис. 72. Пищевой трубчатый аппарат дождевого че

Рис. 73. — Пищевой канал и к



червя с кольцевидными сердцами. (Вид сбоку.)

Пищевой тракт. У дождевого червя нет зубов, и пищевой тракт, как можно заключить из формы тела, прост и прямой. Из-за небольших различий в размере и строении его части называются глоткой (мышечной), пищеводом, зобком, желудком (мышечным) и тонким кишечником, простирающимся на последние три четверти тела ([рис. 72](#)). Функции частей пищевого тракта обозначены их названиями.

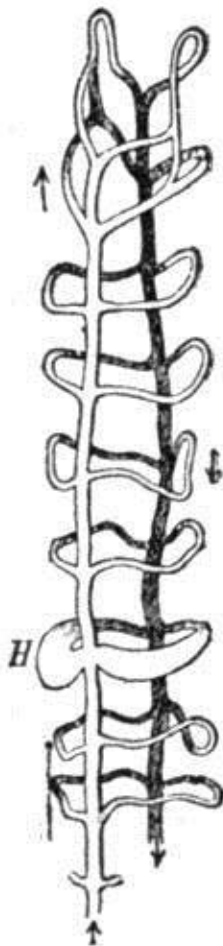


Рис. 74.

Кровообращение. Над пищевым каналом находится *большой спинной* кровеносный сосуд ([рис. 73](#)). Из передней части этого канала () выходят несколько крупных трубчатых колец или «сердец», которые сокращаются и служат для поддержания кровообращения. Они ведут к *вентральному сосуду* под пищевым каналом ([рис. 74](#)). Кровь красная, но *красящее вещество* находится в жидкости, а не в клетках крови.

Нервная система. Между вентральными кровеносными сосудами находится *нервный канатик*, состоящий из двух нитей (см. [рис. 75](#)). На каждой нити, в каждом сегменте, имеется небольшое утолщение, или *ганглий* ([рис. 75](#)). Нити разделяются вблизи переднего конца червя, и ветвь поднимается по каждой стороне пищевода и входит в два грушевидных *церебральных ганглия*, или «мозг» ([рис. 75](#)).

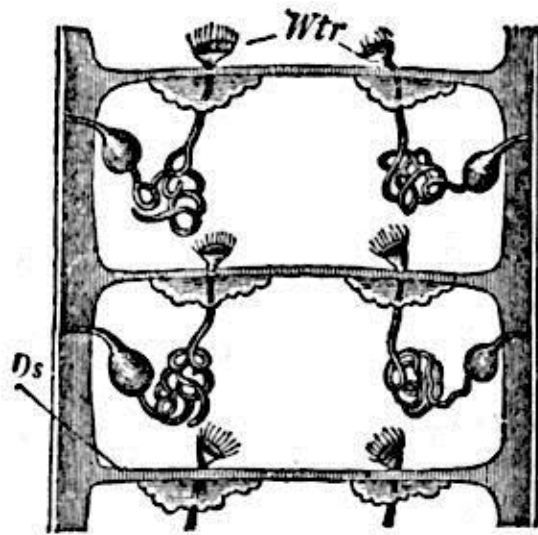


Рис. 76. — Две пары нефридий.

Дыхание. Кожа дождевого червя влажная, а кровеносные капилляры находятся так близко к поверхности тела, что кислород постоянно поступает из воздуха, а углекислый газ выходит наружу; таким образом, червь постоянно дышит через все части своей кожи. *Ему не нужны легкие* или какие-либо специальные дыхательные органы.

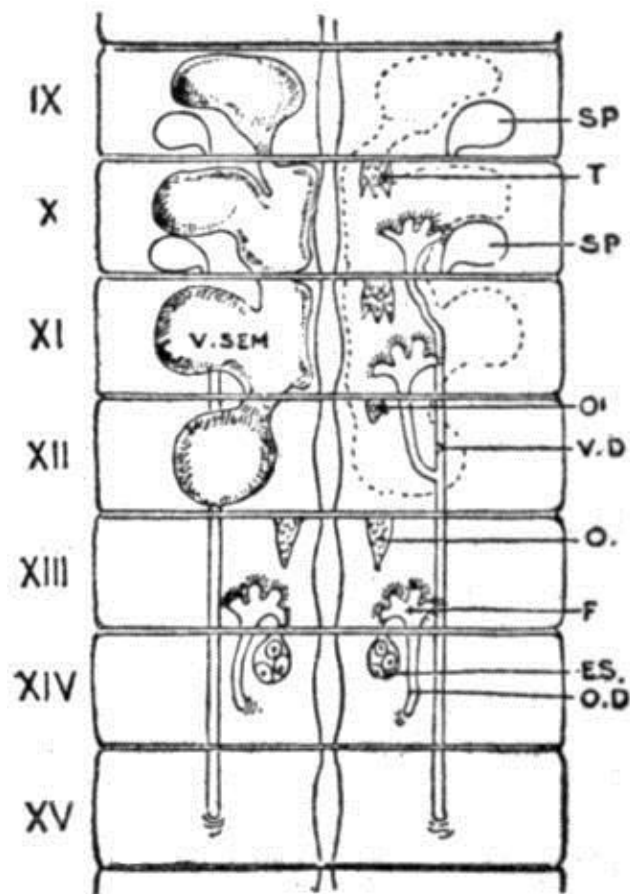


Рис. 77. Сперматозоиды (sp) и яйцеклетки (es) дождевого червя.

Размножение. Когда одно животное производит как сперматозоиды, так и яйцеклетки, его называют гермафродитом. Это относится к земляному червю. Однако яйцеклетка всегда оплодотворяется не сперматозоидами того же червя, а сперматозоидами, образованными другим червем. Отверстия этих яйцеклеток или *яйцевых желез* состоят из двух пар маленьких пор, расположенных на брюшной поверхности четырнадцатого и пятнадцатого сегментов у большинства видов (см. [рис. 77](#)). Есть также две пары небольших *резервуаров* для временного хранения *чужих сперматозоидов*. Одна пара отверстий этих резервуаров находится (с трудом) в складке за девятым сегментом ([рис. 77](#)), а другая пара — за десятым сегментом. *Сперматогенные железы* находятся перед яичниками ([рис. 77](#)), но *семявыносящие протоки* длиннее *яйцеводов* и открываются позади них ([рис. 77, 78](#)). Черви обмениваются сперматозоидами, но не яйцеклетками (). Уже упомянутый репродуктивный пояс, или *клителлум*, образует кожух, в котором хранятся яйца (см. [рис. 71](#)). Когда сперматозоиды обменены, а яйцеклетки готовы к оплодотворению, червь оттягивается назад от воротничкообразного кокона или клителлума, так что он скользит по голове. Проходя пятнадцатый и шестнадцатый сегменты, он собирает яйцеклетки, а проходя девятый и десятый сегменты, он собирает сперматозоиды, ранее полученные при соприкосновении с другим червем. Эластичный воротничкообразный клителл закрывается на концах после того, как он соскользнул с головы червя, образуя *капсулу*. Яйца *оплодотворяются в этой капсуле*, и некоторые из них через несколько дней вылупляются в червей. Они пожирают яйца, которые не вылупились. Яйца развиваются в полноценных, но очень маленьких червей, прежде чем черви выходят из капсулы.

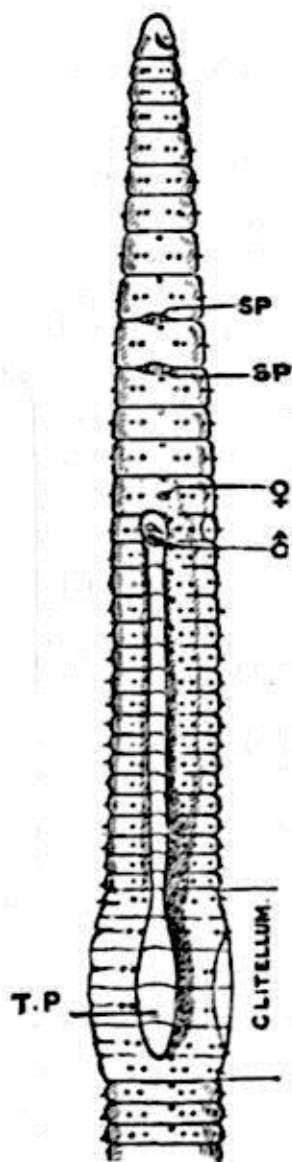


Рис. 78. — Боковой вид, показывающий щетинки, поры нефридий и репродуктивные отверстия.

Повадки. Земляной червь всеяден. Он питается кусочками мяса, а также листьями и другой растительностью. Кроме того, он имеет преимущество, когда роет свою нору, *поедая землю*, которую необходимо выкопать. Каждый замечал свежие «отходы», скопившиеся у нор утром. Поскольку норы частично заполняются дождями, отходы наиболее обильны после дождей. Главными *врагами* земляного червя являются кроты и птицы. Черви *работают ночью* и уходят так рано утром, что только очень ранний пташка может поймать червя. Возможно, самым близким к разумному действию, которое совершает земляной червь, является *скрытие входа в свою нору*, затыкая его камешком или кусочком листа. Они *впадают в спячку*, уходя зимой под землю, где нет опасности заморозков. В сухую погоду они роют норы на глубину нескольких футов.

Мышечная оболочка, расположенная под кожей и гораздо более толстая, чем кожа, состоит из двух слоев: внешний *слой проходит вокруг тела* непосредственно под кожей, а внутренний, более толстый *слой из волокон () проходит в продольном направлении*. Червь ползет, сокращая продольные мышцы. Поскольку щетинки (*setæ*) направлены назад, они предотвращают скольжение передней части тела назад, поэтому задняя часть тянется вперед. Затем сокращаются круговые мышцы, и щетинки, предотвращающие скольжение задней части назад, толкают переднюю часть вперед. Червь толще, когда задняя часть тянется вверх или когда передняя часть толкается вперед? Червь тянет или толкает себя, или делает и то, и другое? Иногда он движется назад, *например*, иногда он возвращается в свою нору. Тогда щетинки направлены вперед.

Правая и левая половины тела являются зеркальным отражением друг друга, поэтому дождевой червь имеет *двустороннюю симметрию*. Легкие и жабры животных должны всегда оставаться влажными. Червь *не может долго жить в сухом воздухе*, поскольку дыхание кожей прекращается, когда она не может оставаться влажной, и червь задыхается. Длительное погружение в воду вредно для них, возможно, потому что в воде гораздо меньше кислорода, чем в воздухе.

Дарвин написал книгу под названием «Растительная плесень и земляные черви». Он подсчитал, что на одном акре сельскохозяйственной земли в Англии обитает пятьдесят тысяч земляных червей, которые ежегодно поднимают на поверхность восемнадцать тонн почвы. Поскольку кислоты пищевого канала воздействуют на проходящие через него минеральные частицы, земляные черви оказывают *большую помощь в формировании почвы*. Прокладывая ходы, они делают почву более *пористой* и поднимают на поверхность подпочву.

Несмотря на отсутствие глаз, червь чувствителен к свету, падающему на его передние сегменты. Когда ночью на него внезапно падает свет фонаря, он быстро ползет в свою нору. Его чувство осязания настолько острое, что он может почувствовать легкий подув дыхания. Какая из пищи, хранящейся в коробке с влажной землей (), исчезла первой? Что это говорит о чувстве вкуса?

Почему двусторонняя структура лучше приспособлена для развития и более высокой организации, чем радиальная структура морской звезды? Тело дождевого червя представляет собой двойную трубку; тело гидры — одинарную трубку; какая структура более выгодна и почему? Подошел бы дождевому червю любой другой цвет? Почему да или почему нет?

Песчаный червь (*Nereis*) живет в песке на берегу моря и плавает в море ночью ([рис. 79](#)). Он более развит в строении, чем земляной червь, так как имеет отчетливую голову ([рис. 80](#)), глаза, два зуба, две губы, несколько пар усиков и два ряда мышечных выпячиваний, которые служат ему в качестве ног. Его часто используют рыбаки в качестве наживки. Если его легче добыть, его можно изучать вместо земляного червя.

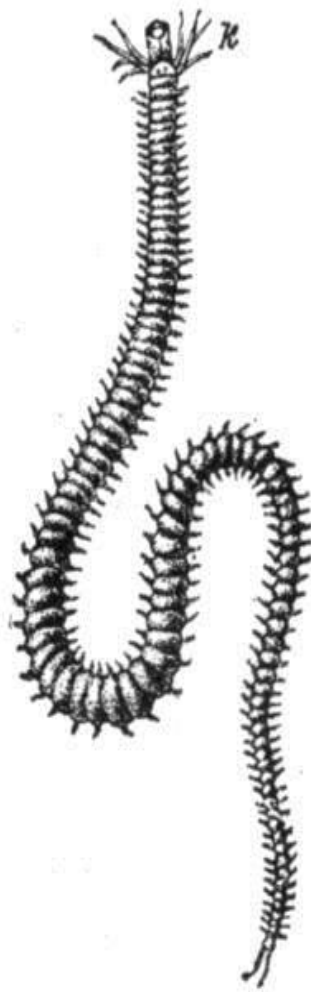
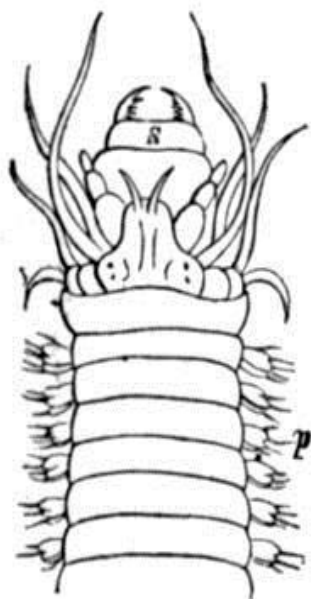


Рис. 79. Песчаный червь $\times \frac{2}{3}$ (Nereis).

В отде Vermes выделяют четыре класса: 1) *земляные черви*, включая песчаных червей и пиявок; 2) *круглые черви*, включая трихину, волосатых червей и укусных угрей; 3) *плоские черви*, включая ленточных червей и печеночных сосальщиков; 4) *колоوراتки*, размер которых не превышает нескольких миллиметров.



Ленточный червь — это плоский червь, который из-за своего паразитического образа жизни утратил большинство органов. Его яйца попадают в организм травоядных животных во время выпаса. Эмбрион проходит только частичное развитие в организме травоядного животного, *например*, быка. Следующая стадия развития наступает только после того, как говядина съедается плотоядным животным, к пищевому каналу которого она прикрепляется и вскоре развивает длинную цепочку сегментов, называемую «лентой». Каждый сегмент впитывает жидкую пищу через свою прозрачную () стенку тела. По мере созревания сегментов на более старом конце, каждый из них наполняется микробами, а сегменты отрываются и выходят из канала, падают на землю и, возможно, попадают в организм травоядного животного, где жизненный цикл повторяется.

Трихина более опасна для жизни человека, чем ленточный червь. Она попадает в пищеварительный тракт с сырой свининой (*например*, с колбасой болонья), размножается там, мигрирует в мышцы, вызывая сильную боль, и образует там цисты, оставаясь там до смерти хозяина. Считается, что она снова попадает в организм свиней, когда они едят крыс, которые, в свою очередь, заразились цистами от туш.

Краткое изложение биологического процесса. — Земляной червь — это *живая машина, которая выполняет работу* (копает и ползает; хватает, глотает и переваривает пищу; перекачивает кровь; растет и размножается). Чтобы выполнять эту работу, ему необходим постоянный *приток энергии*. Энергия для его работы высвобождается протоплазмой (в его микроскопических клетках), подвергающейся разрушительным химическим изменениям (*окислению*). Продукты распада протоплазмы должны постоянно удаляться (*выделение*). Распад протоплазмы должен постоянно восполняться, чтобы жизнь продолжалась (поступление должно превышать расход, если животное продолжает расти). Микроскопические клетки строят больше протоплазмы из пищи и кислорода (*ассимиляция*), поставляемых им в процессе питания (еда, пищеварение, дыхание, кровообращение). Эта протоплазма, в свою очередь, окисляется и выделяет больше энергии для работы, и таким образом продолжается цикл жизни.

ГЛАВА VII

РАКООБРАЗНЫЕ

РАКИ

Рекомендации. В регионах, где раки не встречаются, можно использовать живого краба. Движения и поведение можно изучать, поместив животное в ванну с водой или, что лучше, в большую стеклянную банку, например, широкую банку для конфет. Рекомендации по изучению внутреннего строения см. [на стр. 58](#).

Среда обитания. — Часто ли вы видите раков или раков-лобстеров, даже в воде, где они, как известно, встречаются в большом количестве? Что ваш ответ говорит о времени, когда они, вероятно, наиболее активны?

Почему вы никогда не видите, как они строят свои дымоходы, даже там, где много нор раков? Дымоходы всегда одного цвета с поверхностью почвы? Норы раков служат только для защиты? В каких местах всегда роются норы раков? Почему? Что происходит с раками, когда пруд или ручей высыхают? Насколько глубоки норы? Насколько велики комки грязи, из которых построена дымовая труба? Как он вытаскивает их из норы? Почему грязь используется для постройки дымовой трубы, а не выбрасывается? (Что произойдет с колодцем, устье которого не выше уровня земли?) Почему раки редки в скалистых регионах, таких как Новая Англия?

Как цвет рака соотносится с окружающей средой? Подходит ли его цвет для жизни в чистой или мутной воде? Определите понятие «защитная окраска».

Повадки. — Рак лучше ходит в воде или вне ее? Почему? Использует ли он ноги с большими клешнями для помощи при ходьбе? Плавники (под брюшком) двигаются быстро или медленно? (Наблюдайте за ним снизу в большой банке с чистой водой.) Что движет его назад? Вперед? Двигается ли рак с более равномерной скоростью при плавании назад или вперед? Почему? Каким образом он может плавать быстрее? Оказывают ли большие ноги с клешнями большее сопротивление воде, когда он плавает назад или вперед? Как он держит хвост после гребка, когда стремительно мчится назад по воде? Держите рака хвостом вниз и головой вверх. Может ли хвост ударять по воде с большой силой? Позвольте ему схватить карандаш: может ли он удержать свой вес с помощью захвата?

Кормление. Предложите несколько видов пищи раку, который не был напуган или раздражен. Что он предпочитает: хлеб, мясо или овощи? Как он доносит пищу до рта? Он ест быстро или медленно? Он разрывает пищу большими клешнями? Может ли он грызть пищу маленькими придатками возле рта?

Дыхание. — Лангуст дышит жабрами или легкими? Капните несколько капель чернил у основания задних ног лангуста, спокойно отдыхающего в мелкой воде. Куда впитываются чернила? Откуда она выходит? Чтобы объяснить причину и цель этого движения, поместите рака в большую стеклянную банку с водой и посмотрите на колебательные движения частей под передней частью тела. Под панцирем с каждой стороны тела находится жаберная лопасть, или жаберный байлер, которая движется с одинаковой скоростью.

Чувства. Раков лучше всего ловить с помощью кусочка мяса или говяжьей печени, привязанного к веревке. Всегда ли они теряют хватку, как только их поднимают над водой? Какой вывод вы делаете относительно бдительности их чувств? Покрытие его тела указывает на наличие тонкого или тупого чувства осязания?

Какими движениями способны *глаза*? Прикоснитесь к одному из глаз. Каков результат? Может ли рак видеть во всех направлениях? Чтобы проверить это, положите рака на стол и попробуйте переместиться в место, откуда вы можете видеть рака, не видя его глаз. Каковы преимущества и недостатки расположения глаз на стебельках?

Рис. 81. РАКООБРАЗНОЕ (спин)

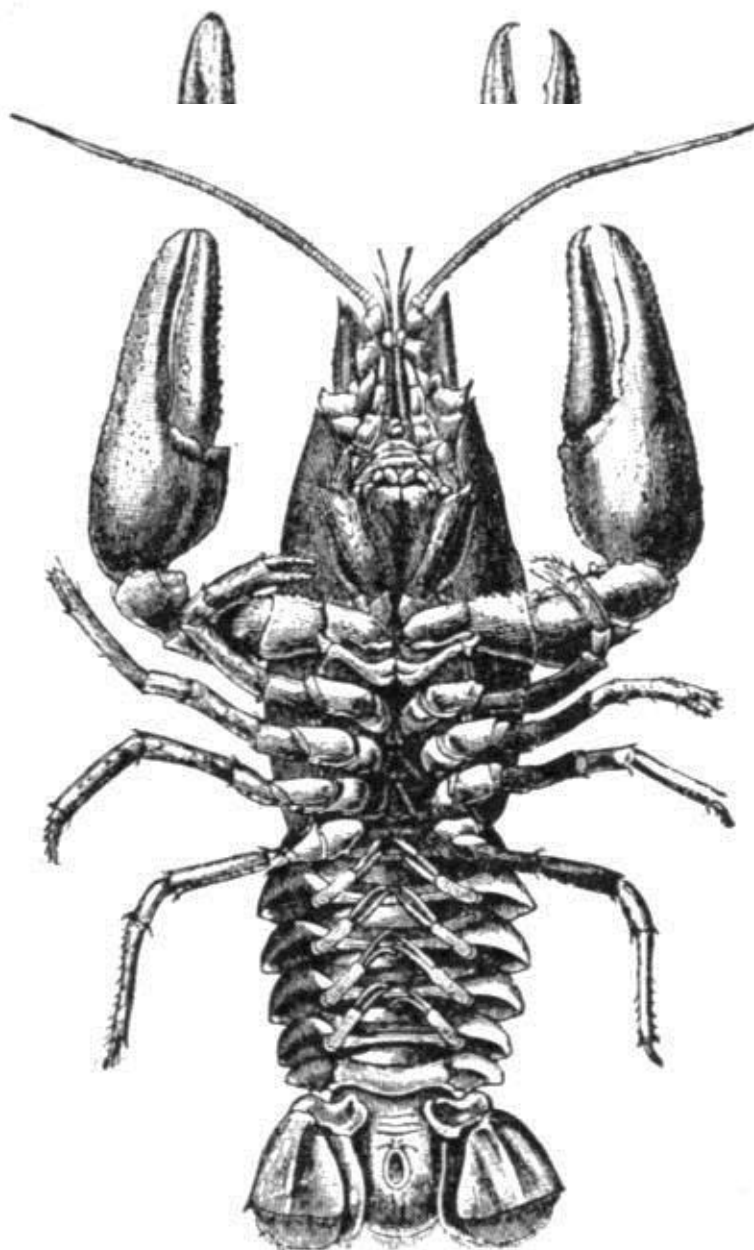


Рис. 82.

Прикоснитесь к чувствительным клешням? Зачем нужен громкий звук? Внешняя анатомия поверхности или цвета рак? Имеет ли

кажется наиболее «сики» или большие звук? выпуклое) по всей (вогнутая)? Какого

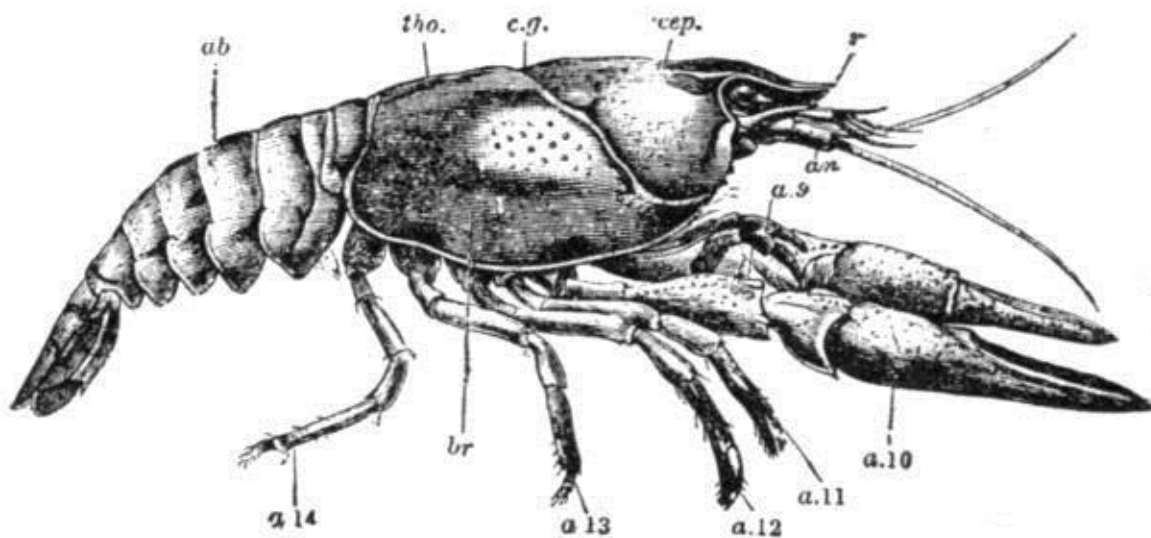


Рис. 83. — Боковой вид РАКА.

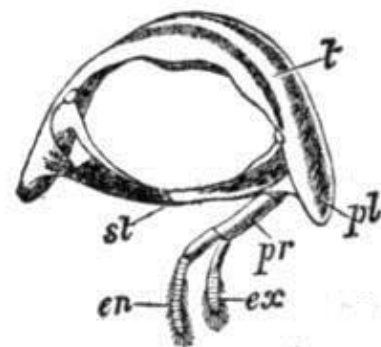


Рис. 84. ЧЕТВЕРТЫЙ СЕГМЕНТ БРЮШКА РАКА С ПЛАВАТЕЛЬНЫМИ НОЖКАМИ.

Обратите внимание на две отчетливые области или *части тела* ([рис. 81](#)). Передняя (фронтальная) область называется головогрудью или цефалотораксом, а задняя (задней) область — хвостом. Какая область больше? Почему? Какая из них гибкая? Почему?

Покровие тела твердое или мягкое? В чем преимущество такого покрова? Каковы его недостатки? Как покрытие изменяется в местах сочленений, чтобы обеспечить движение?

Хвост. — Сколько суставов или сегментов на хвосте? ([Рис. 81, 83](#).) Скользит ли твердое покрытие каждого сегмента под или над сегментом, расположенным позади него, когда брюшко выпрямлено? Уменьшает ли это трение при плавании вперед?

Есть ли пара *плавательных ножек* на каждом сегменте брюшка? ([Рис. 82, 86](#).) Обратите внимание, что каждая плавательная ножка имеет основной стебель (протопод), внешнюю ветвь (экзопод) и внутреннюю ветвь (эндопод) ([рис. 84](#)). Являются ли стебель и ветви цельными или сочлененными? Средняя часть хвостового плавника называется тельсоном. Определив положение клоаки, решите, входит ли пищевой канал в тельсон ([рис. 82](#)). Следует ли называть его брюшным сегментом? Прикреплены ли боковые части хвостового плавника к тельсону или к шестому сегменту? Соответствуют ли эти боковые части плавникам ()? Имеют ли они также Y-образную структуру? ([Рис. 86](#).)

Если плавники на первом брюшном сегменте большие, то это самец. Если они маленькие, то это самка. Какой пол показан на [рис. 82](#)? На [рис. 86](#)?

Карапакс. Покрытие головогруды (цефалоторакс) называется карапаксом. Имеет ли он свободные края? *Жабры* расположены по бокам тела и покрыты карапаксом ([рис. 87](#)). Выступ впереди называется *ростром*, что означает «клюв». Выступает ли рострум за пределы глаз? Поперек карапакса проходит поперечная бороздка, которая, можно сказать, разделяет голову и брюшко. Где заканчивается эта бороздка по бокам?

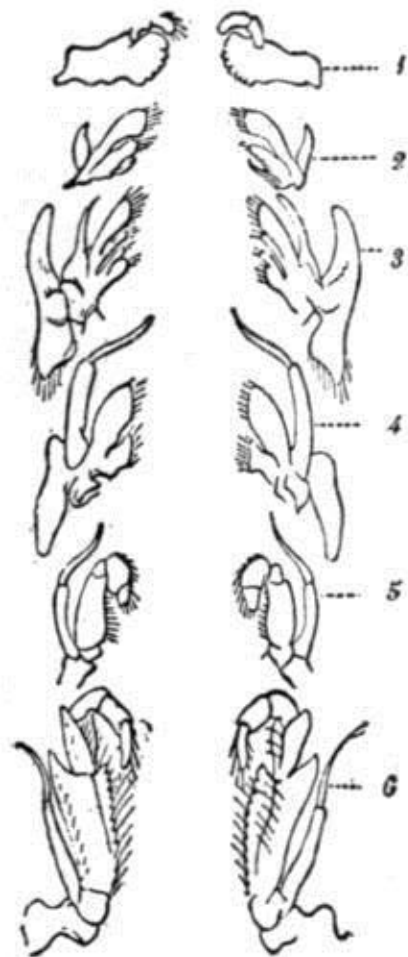


Рис. 85.—1, нижняя челюсть; 2, 3, верхние челюсти; 4, 5, 6, верхние ножки.

Ноги. — Сколько ног у рака? Сколько из них снабжены большими клешнями? Маленькими клешнями? Является ли внешняя клешня шарнирной в каждой из больших захватывающих клешней? А внутренняя клешня?

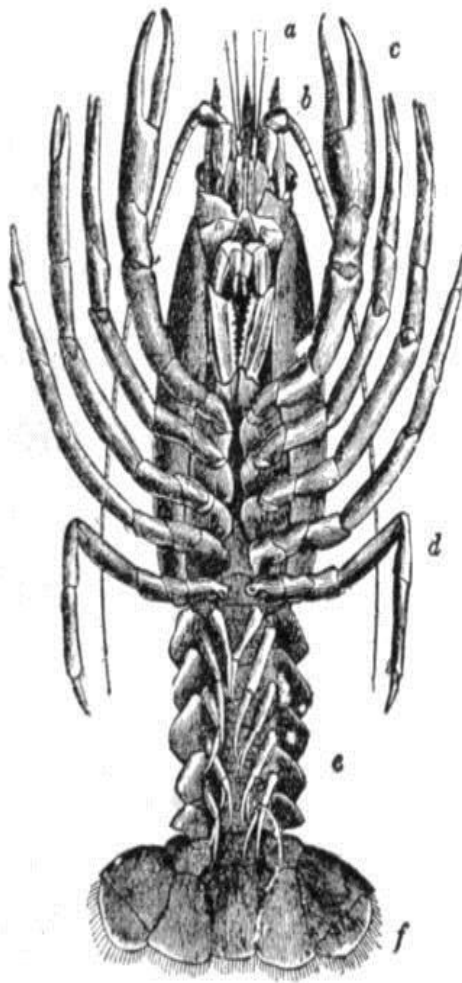


Рис. 86. РАК (брюшная поверхность).

Придатки для приема пищи. Если у вас есть возможность понаблюдать за тем, как питается живой рак, обратите внимание, кладет ли он пищу прямо в рот с помощью больших клешней. Согните большие клешни и посмотрите, дотянутся ли они до рта.

Перед ногами рака имеются три пары пальцевидных придатков, называемых ножными челюстями (maxillipeds), с помощью которых он переносит пищу из больших клешней () в рот ([рис. 85, 86](#)). По форме и назначению они больше похожи на пальцы, чем на ноги. Перед ножными челюстями находятся две пары тонких челюстей (maxillæ), а перед тонкими челюстями — пара крепких челюстей (mandibles) ([рис. 85](#)). Челюсти двигаются в стороны или вверх и вниз? К какой из челюстей прикреплен сочлененный палец (palp)? Имеют ли все придатки для приема пищи как экзоподные, так и эндоподные ветви на базальном стебле или протоподе? Какие из придатков имеют зубчатый край? Как по внешнему виду рака можно определить, что он не является просто падальщиком? Почему на задних ногах нет клешней?

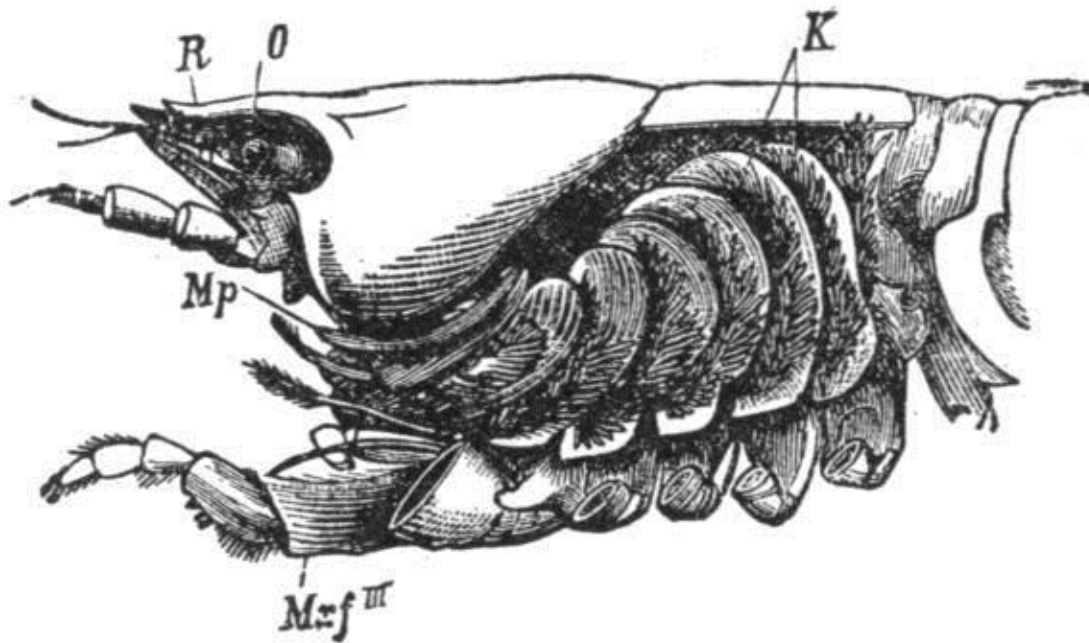


Рис. 87. — Снята жаберная крышка, обнажены жабры. *Mr* — жаберный байлер.

Органы чувств. Найдите *антенны*, или длинные щупальца ([рис. 82, 90](#)). Антенны прикреплены выше или ниже глаз? ([Рис. 87.](#))

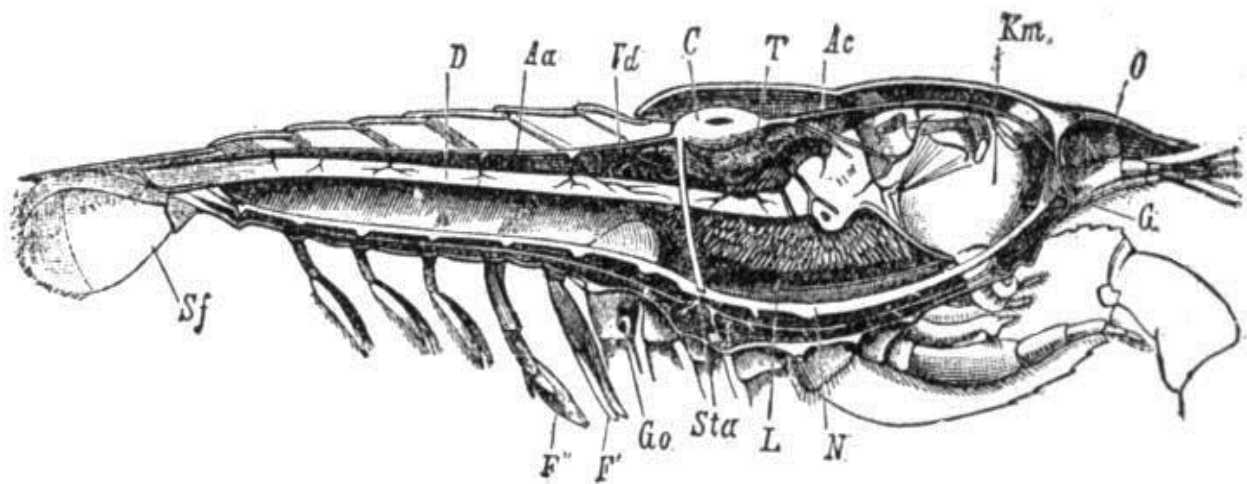


Рис. 88. — Продольный разрез самца рака.

с, сердце; *Ac*, артерия к голове; *Aa*, артерия к брюшку; *Km*, желудок; *D*, кишечник; *L*, печень; *T*, семенник; *Go*, отверстие семенного протока; *G*, мозг; *N*, нервная цепь.

Найдите пару *антеннул*, или маленьких щупалец. Их деления похожи или непохожи друг на друга? Сравните длину антеннул и антенн. Сравните гибкость антенн с гибкостью других придатков.

Обратите внимание на положение *глаз* ([рис. 81, 88](#)). Какова длина глазных стебельков? Являются ли стебельки гибкими или жесткими? Прикоснитесь к глазу. Где находится сустав, позволяющий стебельку двигаться? Является ли внешнее покрытие глаза твердым или мягким? Под микроскопом с низким увеличением можно увидеть, что прозрачная оболочка глаза (роговица) состоит из множества частей, называемых фасетами. Каждая фасета представляет собой переднюю часть очень маленького глаза, сотни которых составляют весь глаз, который поэтому называется сложным глазом. Удлиненные отверстия *ушных мешков* расположены на верхней стороне основания маленького щупальца чуть ниже глаза.

Дыхательная система. Дыхательные органы — жабры, расположенные по обеим сторонам грудной клетки в пространстве между панцирем и телом ([рис. 87](#)). Жабры белые, изогнутые и перистые. Передняя жабра самая большая или самая маленькая? Жабры перекрывают друг друга; какая жабра самая внешняя? На второй челюсти находится тонкая, двойная изогнутая пластина, называемая жаберным веслом ([рис. 85](#)). Вторая челюсть расположена так, что жаберное весло находится на переднем конце жаберной камеры. Бейлер непрерывно гребет, выталкивая воду из жабр. Жабры прикреплены внизу, у основания ног. Жабры толстые или тонкие? Как далеко они простираются вверх? Помогает или мешает движение назад при плавании прохождению воды через жабры? Когда рак отдыхает на дне ручья, его голова обращена вверх или вниз по течению? Почему?

Отверстия. Щелеобразное *отверстие* находится на нижней стороне тельсона ([рис. 82, 88](#)). *Рот* находится на нижней стороне груди за челюстями. У основания длинных усиков находятся отверстия *зеленых желез*, двух желез в голове, которые служат в качестве почек ([рис. 89](#)). Отверстия *репродуктивных органов* у самок находятся на третьей паре ног (), а у самцов — на пятой паре ног ([рис. 88](#)). Яйца переносятся на плавательных ножках.

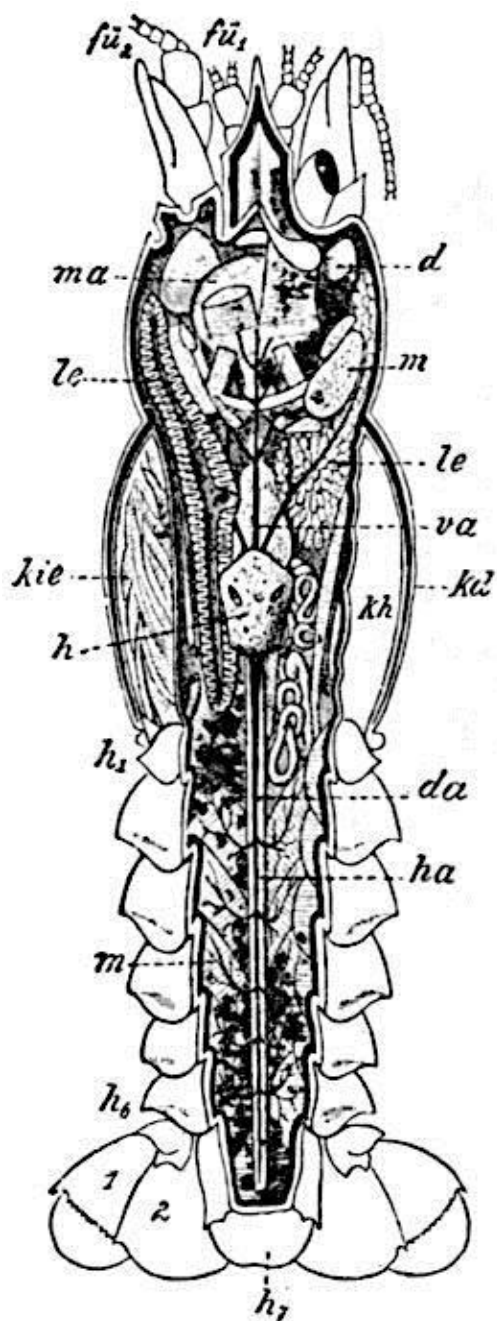


Рис. 89. — Поперечный разрез, показывающий

h, сердце.

d, зеленая железа.

le, печень.

kie, жабры.

kh, жаберная полость.

ma, желудок.

(По Хаксли.)

Внутренняя структура. — РЕКОМЕНДАЦИИ. При изучении с помощью препарирования необходимо иметь по несколько раков для каждого ученика: одного для получения общих знаний, а других — для детального изучения систем. Образцы должны пролежать в спирте несколько дней.

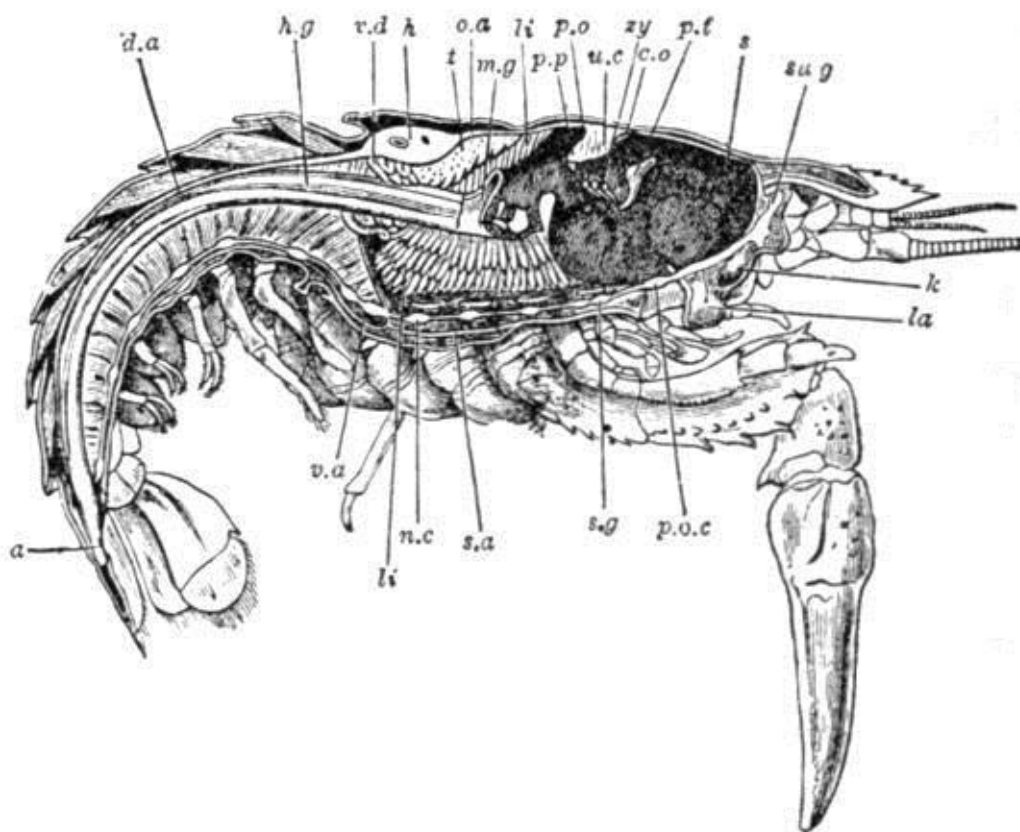


Рис. 90. — СРЕЗ РАКА, ПОКАЗЫВАЮЩИЙ ЖЕЛУДОК *s*, ПЕЧЕНЬ *li* И КЛОАКУ *a*.

Пищевой канал. — Находится ли желудок в головной части головогруды или в грудной части? ([Рис. 88, 89](#)). Желудок большой или маленький? Какова его общая форма? Пищевод ведет вверх или назад? Он длинный или короткий? ([Рис. 88](#).) Средняя часть пищевода, которая является следующей частью пищевода, меньше желудка. По обеим сторонам от нее находятся отверстия желчных протоков, которые доставляют секрет из пищеварительной железы, иногда называемой печенью. Протягивается ли эта железа по всей длине грудной клетки? Находится ли она ближе к дну или к верху полости? Третья и последняя часть пищевода — это кишечник. Он простирается от грудной клетки до клоаки. Она большая или маленькая? Прямая или изогнутая? Мощные сгибаемые мышцы хвоста расположены в брюшной полости под кишечником. Сравните размер этих мышц с разгибательной мышцей над кишечником ([рис. 90](#)). Почему такая разница? Продолжается ли пищевод в тельсоне? Найдите клоаку ([рис. 90](#)).

Кровообращение. Кровь — это жидкость, содержащая *белые кровяные тельца*. В ней нет красных кровяных телец, и она бесцветна. Сердце находится в верхней части грудной клетки. Оно окружено большим тонким мешком и, таким образом, находится в камере (называемой *перикардиальным синусом*). Кровь из легочных вен поступает в этот синус, прежде чем попадает в сердце. Происхождение этого перикардиального синуса в результате слияния вен показано на [рис. 130](#). Одна артерия или несколько артерий выходят из сердца? Есть одна большая дорсальная артерия, лежащая на кишечнике и проходящая назад к тельсону; есть три артерии, проходящие вперед близко к дорсальной поверхности ([рис. 89, 91](#)). Одна большая артерия (грудная) проходит прямо вниз ([рис. 88, 91](#)) и отправляет одну ветвь вперед, а другую назад, близко к брюшной поверхности. Отверстия в сердце из синуса имеют клапанные губы, которые предотвращают обратный ток крови в синус. Следовательно, когда сердце сокращается, кровь поступает в несколько артерий. Артерии снабжают свежей кровью глаза, желудок, мышцы, печень и различные органы. После того как кровь снабдила кислородом несколько органов и поглотила углекислый газ, она возвращается по венам, проходя через жабры с каждой стороны, где выделяет ненужный газ и поглощает кислород из воды. Затем она по венам снова поступает в перикардиальный синус.

Двойная нервная цепь ганглиев снабжает нервной энергией различные нервы ([рис. 92](#)). Эта главная нервная цепь пролегает вдоль вентральной поверхности под пищеводом ([рис. 90](#)), за исключением одной пары ганглиев, которые расположены над пищеводом ([рис. 88](#)) и называются надпищеводными ганглиями или мозгом.



Рис. 91. — Показаны сердце и основны

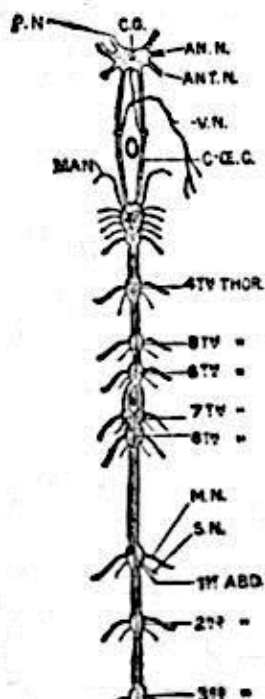


Рис. 92.

Crustacea (ракообразны
сородичей, они относятся к I

покрывающей раков и их



Рис. 93. КРАБ СНИЗУ.

Рис. 94. — РАКООБРАЗНОЕ, использующее раковину морского улитка в качестве дома.

Десятиногие — все ракообразные, имеющие десять ног, относятся к отряду десятиногих (Decapoda). К этому отряду относятся крабы, омары, креветки и т. д. Крабы и омары имеют большое значение, поскольку используются в пищу. Маленькие мальчики иногда ловят раков, а в некоторых случаях готовят и едят их для развлечения, причем готовится только мускулистый хвост. Хвост краба маленький и плоский, он находится под телом ([рис. 93](#)).

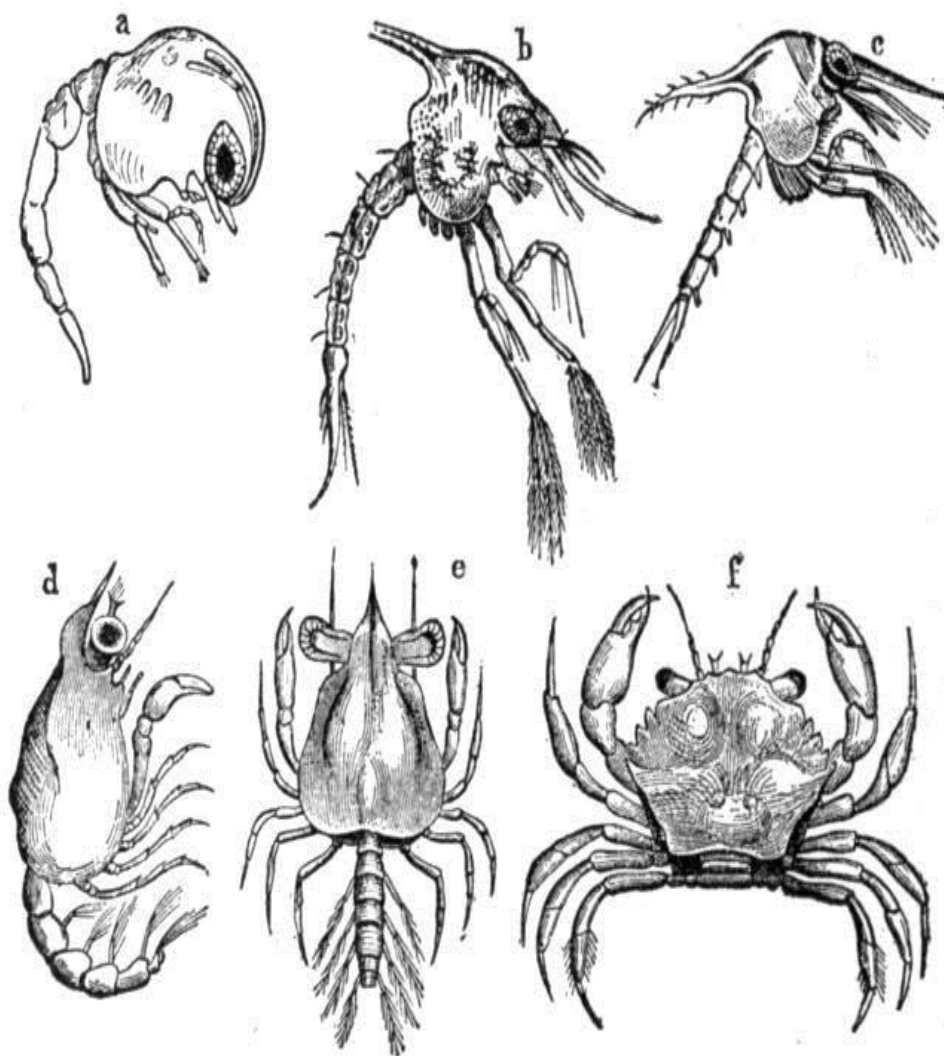


Рис. 95. РАЗВИТИЕ КРАБА.

a — науплиус сразу после вылупления; *б, в, г* — зоэа; *д* — мегалопс; *е* — взрослая особь.

Вопрос: Какая стадия наиболее похожа на рака? Сравните с метаморфозами насекомых.

Поскольку известковая оболочка, служащая для защиты, не достаточно мягкая, чтобы быть живой и расти, очевидно, что ракообразные сдерживаются в своем росте своей твердой оболочкой. В течение первого года рак сбрасывает свою оболочку, или **линяет**, три раза, а в последующие годы — один раз в год. Он растет очень быстро в течение нескольких дней сразу после линьки, пока оболочка мягкая и растяжимая. Поскольку в этом мягком и беззащитном состоянии он находится в полной зависимости от птиц, рыб и других врагов (), он остается в укрытии, пока покров не затвердеет. Поэтому он не может много есть, но, вероятно, за счет поглощения воды ткани растут, то есть увеличиваются в размерах. В промежуточные периоды, когда рост невозможен, он развивается, то есть ткани и органы меняют свою структуру и становятся более крепкими. «Краб с мягким панцирем» — популярное блюдо, но вида с таким названием не существует, это просто краб сразу после линьки, который был найден рыбаками, несмотря на то, что он прятался.

Общие вопросы. — Как раки выбирают пищу? Как долго они могут жить вне воды? Почему их жабры остаются влажными вне воды дольше, чем у рыб? Как они дышат вне воды? Являются ли они смелыми или трусливыми животными? Когда они теряют конечности во время борьбы или линьки, они легко восстанавливаются, но часть линяет несколько раз, чтобы восстановить свой размер. Вы видели раков с одной клешней меньше другой? Объясните.

Сравните раков и крабов ([рис. 81, 93](#) и [95](#)) по следующим признакам: форма, тело, глаза, ноги, брюшко, среда обитания, передвижение.

КЛЮЧ К ЧЕТЫРЕМ КЛАССАМ В РАСТВОРЕННЫХ ЧЛЕНЕВЫХ

- | | |
|------------------|---|
| 1. НАСЕКОМЫЕ | 3 части тела, 6 ног |
| 2. ПАУКООБРАЗНЫЕ | 2 части тела, 8 ног |
| 3. МНОГОНОЖКИ | множество частей тела, множество ног |
| 4. РАКООБРАЗНЫЕ | дышат жабрами, скелет (внешний) известковый |

С помощью ключа и [рисунков 96-105](#) классифицируйте следующих членистоногих: клещ, многоножка, королевский краб, мокрица, паук, скорпион, жук.

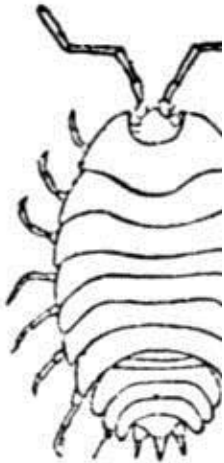


Рис. 96. —
Мокрица.

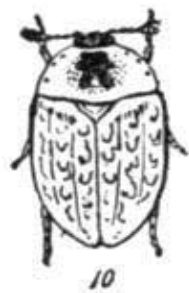


Рис. 97. — Божья коровка.

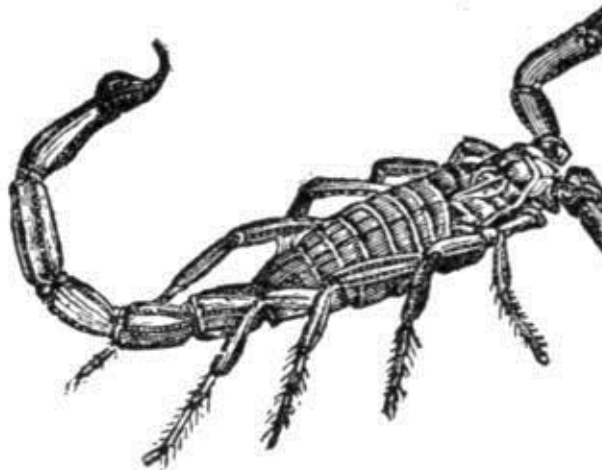


Рис. 98. — Скорпион.



Рис. 101. — Один сегмент
МНОГОНОЖКИ (с одной парой ног).

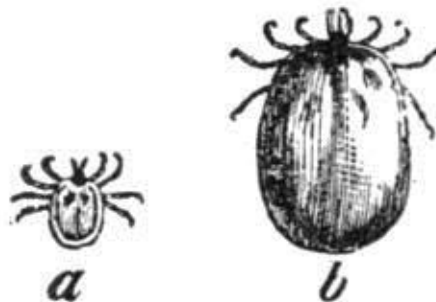
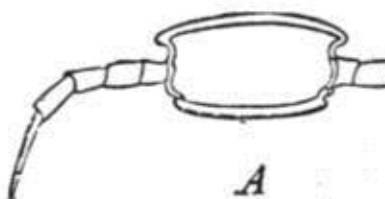


Рис. 99. Клещ (до и после питания).

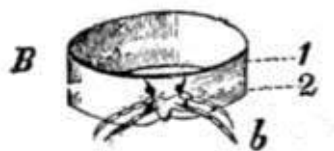


Рис. 102. — Один сегмент
МНОГОНОЖКИ (с двумя парами
ног).

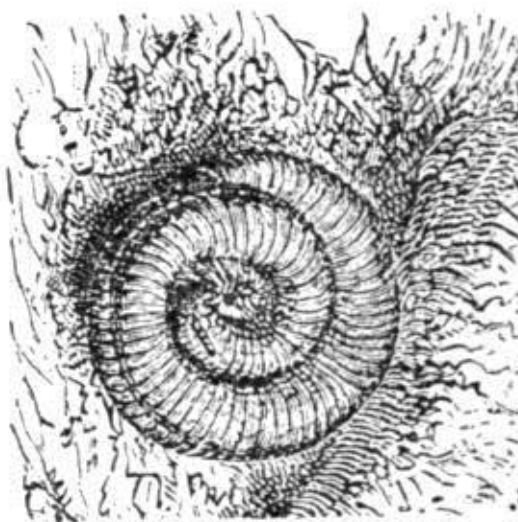


Рис. 103. — Тысяченожка.

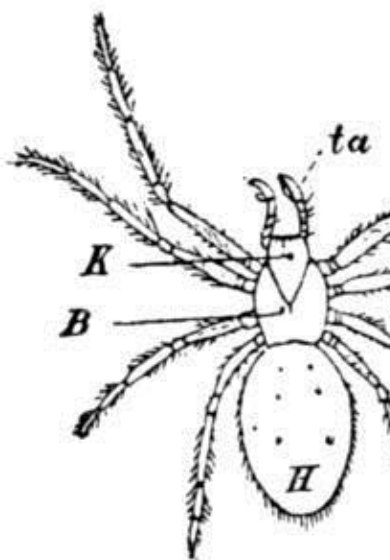


Рис. 100. — Многоножка.

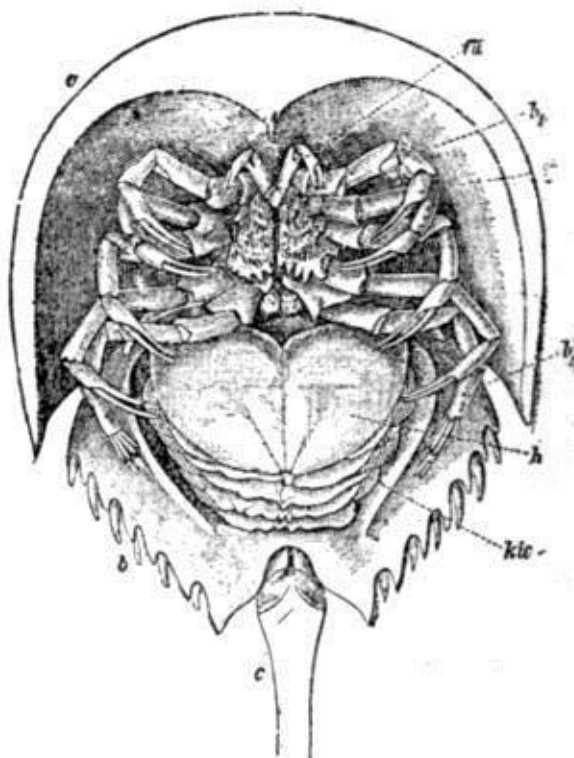


Рис. 104. ПАУК.

Рис.
105. —
КОРОЛЕ
ВСКИЙ
КРАБ.

ГЛАВА VIII

НАСЕКОМЫЕ

КУЗНЕЧИК

Предложения. Соберите кузнечиков, как молодых, так и взрослых, и держите их живыми в широких бутылках или стаканах, кормя свежей травой или салатом. При обращении с живым кузнечиком никогда не держите его за ноги, так как суставы у него слабые. Чтобы держать их некоторое время и наблюдать за их линькой, положите дерн на дно коробки и накройте коробку москитной сеткой или проволочной сеткой.

Какова **общая форма** его тела? ([Рис. 106.](#)) Где тело самое толстое? Является ли оно двусторонне симметричным, то есть одинаковыми ли обе стороны тела? Находится ли *скелет*, или твердая часть тела, внутри или снаружи? Является ли скелет таким же жестким и толстым, как у рака? Какова длина вашего экземпляра? Какого он цвета? Почему он имеет такую окраску? Чем кузнечик похож на рака? Чем отличается от него?



Рис. 106. Кузнечик.

Три части тела. Тело кузнечика делится на три части: *голову, грудь и брюшко*. Какая из этих трех частей не имеет четких подразделений? Тело кузнечика, как и тело дождевого червя, состоит из *кольцеобразных сегментов*. Где сегменты наиболее четко выражены: в голове, груди или брюшке? Какая часть тела самая длинная? Самая короткая? Самая прочная? Почему? В какой части тела находятся основные органы чувств? Придатки для приема пищи? Придатки для передвижения? Какая часть тела наиболее активна в процессе дыхания?

Брюшко. — Примерно сколько сегментов или колец в брюшке? Все ли кузнечики имеют одинаковое количество колец? (Ответьте для разных видов и разных особей одного вида.) Первый сегмент и два последних являются неполными кольцами. Гибкость брюшка зависит от колец или от сочленений между кольцами? Между кольцами есть только тонкая мягкая линия или есть складка покрова? Когда брюшко сгибается, одно кольцо входит в кольцо перед ним или за ним?

Когда кузнечик **дышит**, каждое кольцо увеличивается и уменьшается в размере? Каждое *кольцо разделено на две части* складками. Верхняя половина кольца перекрывает нижнюю половину кольца или наоборот? С помощью лупы найдите небольшую щель, называемую *дыхальцем*, или дыхательным отверстием, с каждой стороны каждого кольца, чуть выше боковой канавки ([рис. 106](#)). От каждого дыхальца отходит трубка. Когда воздух вдыхается, две части колец отдаляются друг от друга? Когда они снова сближаются, каков будет

эффект? При перекачивании воздуха брюшко можно сказать, работает как мехи. Мехи обычно имеют складки, чтобы обеспечить движение. Правильно ли это сравнение?

Сколько раз в минуту кузнечик вдыхает воздух? Если заставить его энергично прыгать по комнате и снова засечь время дыхания, произойдут ли какие-либо изменения?

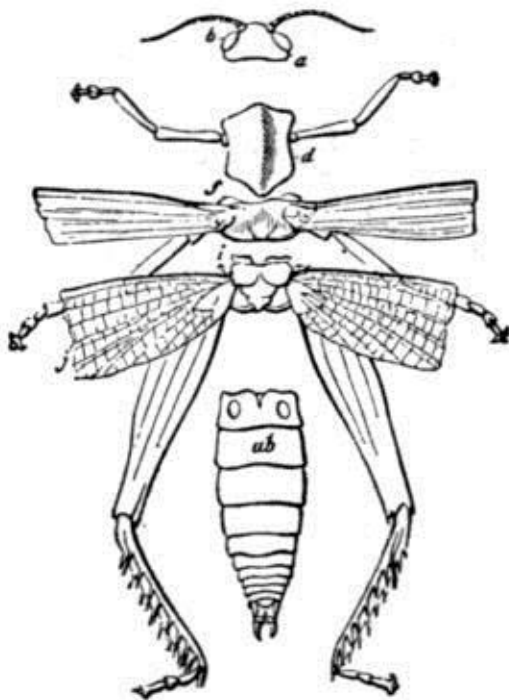


Рис. 107. — РАЗРЕЗАННЫЙ КУЗНЕЧИК.

Найдите **уши** на передней стенке *первого брюшного кольца* ([рис. 107](#)). Их можно увидеть, слегка нажав на брюшко, чтобы расширить щель между ним и грудной клеткой. Уши представляют собой просто блестящие прозрачные *мембраны* овальной формы. От внутренней поверхности каждой мембраны отходит *нерв*. Укажите преимущества и недостатки расположения ушей в этом месте.

Яйцеклад. — Если образец является самкой, у него есть яйцеклад, состоящий из *четырех тупых выпячиваний* на конце брюшка ([рис. 107](#)). Если это самец, то у него есть только два придатка. Они находятся над концом брюшка и меньше, чем части яйцеклада. Самки крупнее и более многочисленны, чем самцы. При откладке яиц четыре тупых конца плотно сжимаются, а затем вдавливаются в землю и раскрываются ([рис. 108](#)). Повторяя это действие, образуется ямка, глубина которой почти равна длине брюшка. Какого пола особи показаны на [рис. 106](#)? На [рис. 107](#)?

Нарисуйте боковой вид кузнечика.

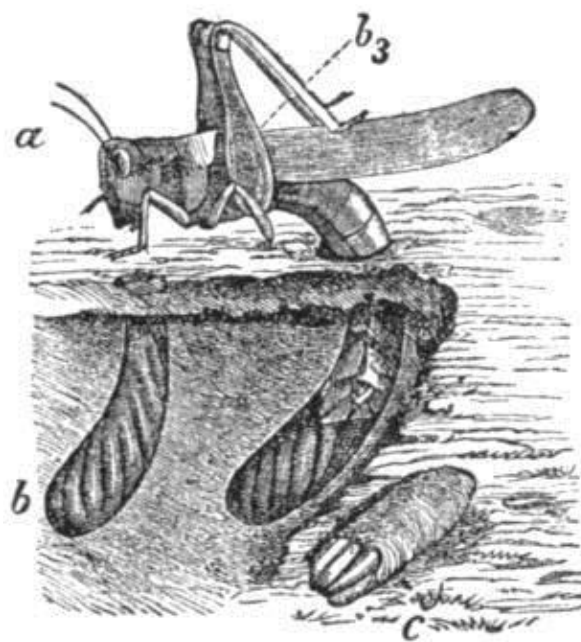


Рис. 108. Кузнечик откладывает яйца. (Райли.)

Грудь. — Средняя часть тела состоит из *трех сегментов* или колец ([рис. 107](#)). Разделение между кольцами более заметно сверху или снизу? Какие два из трех колец более тесно соединены?

Переднее кольцо (*проторакс*) груди не имеет колец. Оно больше сверху или снизу? Оно больше похоже на воротник или на плащ? ([Рис. 106.](#)) Дыхальце находится на втором кольце (*мезоторакс*, или средняя часть груди) чуть выше второй пары ног. Еще одно дыхальце находится в мягкой коже между передней и средней грудью, чуть ниже большого плаща или воротника. Последнее кольцо груди называется задней грудью.

Сколько **ног** прикреплено к каждому кольцу груди? Может ли кузнечик ходить? Бегать? Лазать? Прыгать? Летать? Есть ли ноги, расположенные впереди? (См. [рис. 106.](#)) Наружу? Назад? Можете ли вы объяснить положение каждой пары? (Подсказка: для чего нужна каждая пара?) Если орган изменен таким образом, что он приспособлен для выполнения какой-то конкретной цели или функции, его называют *специализированным*. Есть ли среди ног такие, которые специализированы для выполнения другой цели, чем остальные ноги?

Нога кузнечика (как и всех насекомых) состоит из *пяти частей*, причем все мелкие части после первых четырех считаются одной частью и называются стопой. Все ли ноги одинаковы, то есть все ли короткие и длинные суставы расположены в одном и том же порядке? Пронумеровав в порядке от тела, какой сустав ноги самый большой — первый, второй, третий или четвертый? Какой сустав самый короткий? Самый тонкий? На каком суставе находится несколько острых выступов или шипов? Проведите эксперимент, чтобы выяснить, нужны ли эти шипы для ходьбы ([рис. 106](#)). Для прыжков? Для лазания? В каком порядке используются ноги при ходьбе? Сколько ног поддерживают тело при каждом шаге?

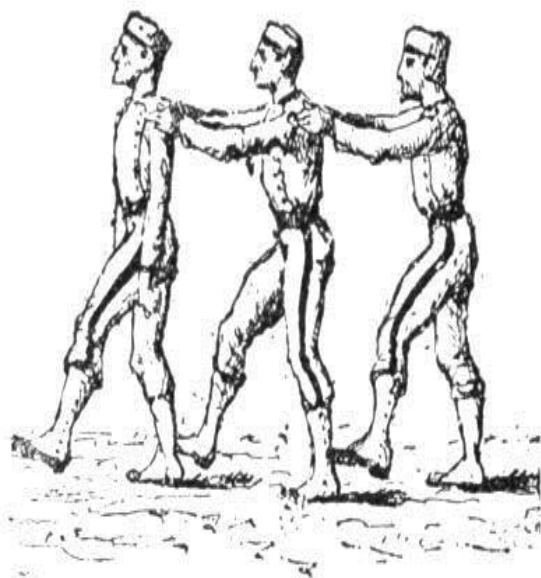


Рис. 109. — Как ходит кузнецик.

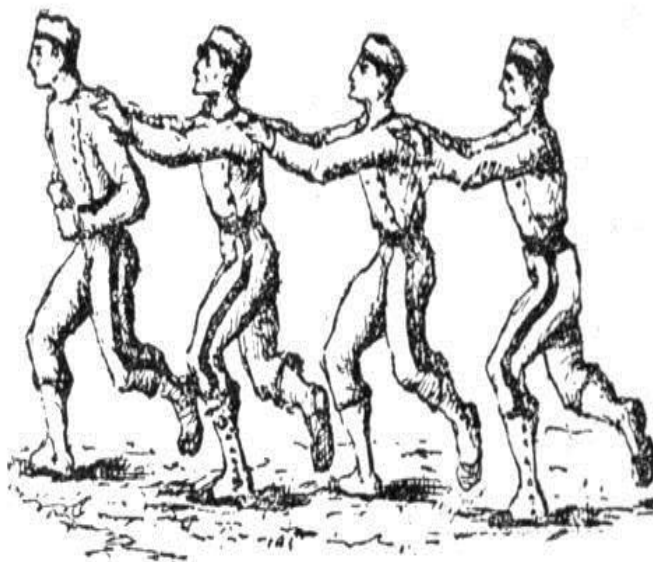


Рис. 110. — Как ходит паук.

Все животные, у которых есть уши, могут общаться с **помощью звуков**. Почему кузнецик не может иметь *голос*, даже если у него есть голосовые связки в горле? Самцы многих видов кузнециков издают **щебечущие** звуки, или стридуляцию, путем трения крыльев о ноги. Посмотрите на внутреннюю сторону (почему не на внешнюю?) самого большого сустава задней ноги, где с помощью лупы можно увидеть *ряд маленьких шипов* ([рис. 111](#)). Звук производится при трении внешних крыльев о шипы. Заметили ли вы, издает ли насекомое звук, когда оно неподвижно или находится в движении? Почему? Самцы некоторых видов кузнециков вместо шипов трутся нижней стороной переднего крыла о верхнюю сторону заднего крыла.

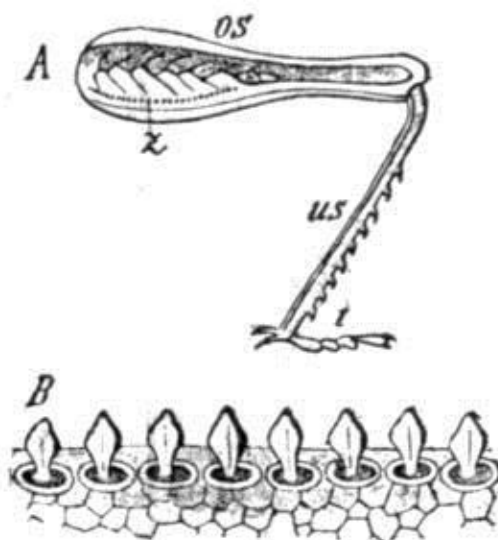


Рис. 111. — А, ряд шипов, z, используемых для стрекотания.

В, то же самое, увеличенное.

Крылья. — К чему прикреплена первая пара крыльев? Вторая пара? Почему крылья не прикреплены к переднегруди? Почему крылья прикреплены так близко к спинной линии тела? Почему второе и третье кольца груди соединены более прочно, чем первое и второе кольца?

Сравните первую и вторую пары крыльев по форме, размеру, цвету, толщине и назначению ([рис. 112](#)). Как складываются вторые крылья, чтобы поместиться под первыми? Примерно сколько складок в каждом?

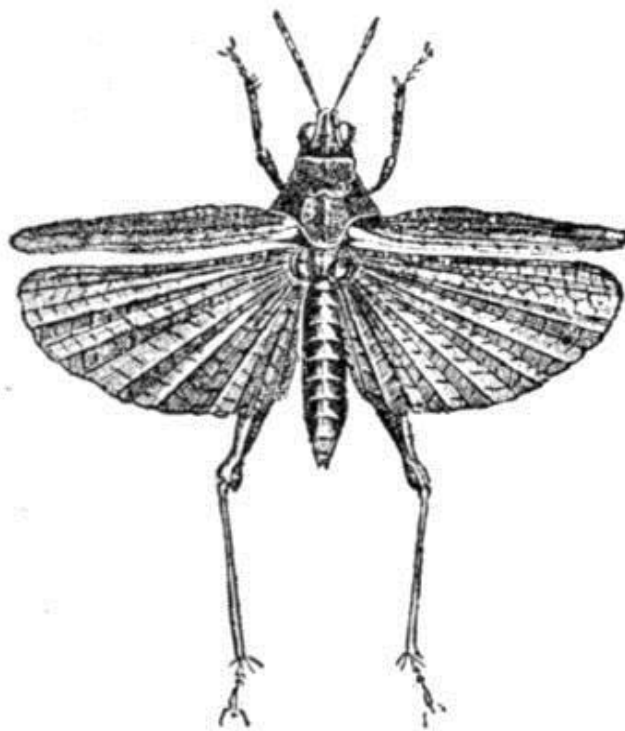


Рис. 112. — Кузнечик в полете.

Нарисуйте развернутое заднее крыло.

Голова. — Какова форма головы, если смотреть на нее спереди, сбоку и сверху? *Сделайте наброски.* Что можно сказать о шее? Может ли голова двигаться во всех направлениях?

Где расположены большие **глаза**? Как и у раков, это *сложные* глаза с множеством *фасеток*. Но у кузнечика есть еще *три простых* глаза, расположенных по одному посередине лба и по одному чуть выше каждой антенны. Они слишком малы, чтобы их можно было увидеть без лупы. Как сравнить поле зрения кузнечика с полем зрения рака?

Гибкие ли **антенны**? Какова их форма? Положение? Сегментированы ли они? Потрогайте по очереди антенну, крыло, ногу и брюшко. Что кажется наиболее чувствительным к прикосновению? Антенны служат для осязания; у некоторых видов насекомых они также являются органами слуха.

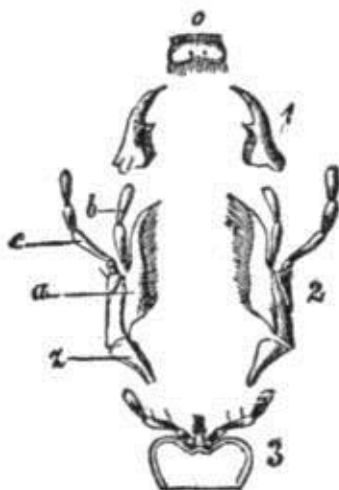


Рис. 113.

Ротовой аппарат кузнечика высокоспециализирован. Его следует сравнить с ротовым аппаратом жука, показанным на [рис. 113](#), поскольку ротовые аппараты этих двух насекомых очень похожи. Если покормить кузнечика свежим стеблем травы, можно ясно увидеть функцию каждой части ротового аппарата. Понять эти функции, изучая мертвый экземпляр, практически невозможно, но свежий экземпляр гораздо лучше сухого.

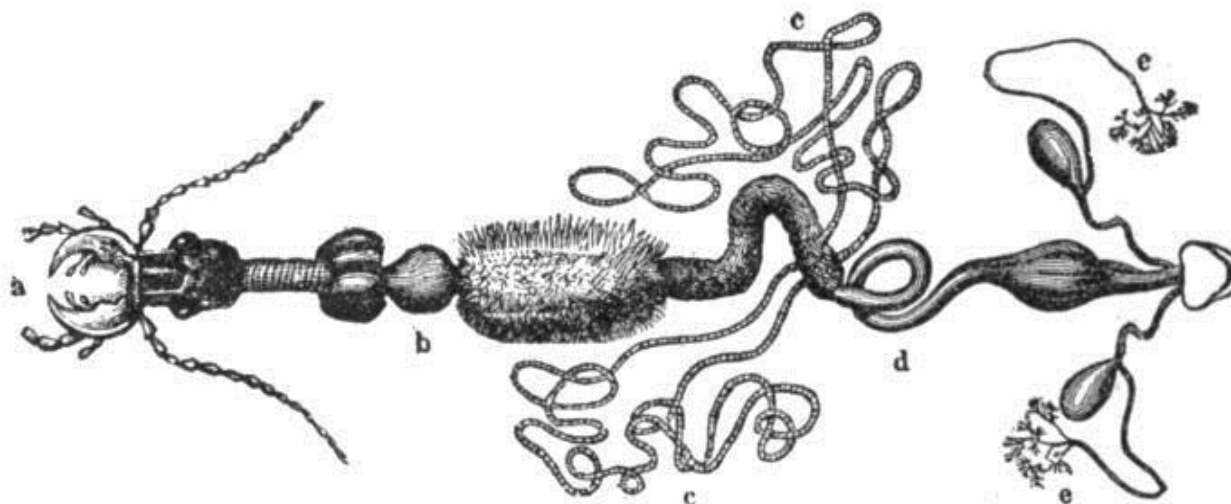


Рис. 114. — *a*, пищевой канал жука.

b, желудок; *d*, кишечник; *c*, желчные сосуды. См. [рис. 127](#).

Верхняя губа, или *лабрум*, видна спереди. Она сужается или расширяется? В каком направлении она может двигаться? Далее идут темные заостренные челюсти (*мандибулы*). Они изогнуты или прямые? Острые или тупые? С зазубринами или гладкие? Они работают вверх-вниз или в стороны? За жевательными челюстями находятся удерживающие челюсти (*максиллы*), каждая с двумя пальцами (*максиллярными щупальцами*). Почему? Нижняя губа (*labium*) имеет пару губных пальцев (*labial palpi*). Коричневый язык (), обычно покрытый слюной, виден в нижней части рта. Поскольку у кузнечика нет губ и он не может создавать всасывающее действие, он должен лакать росу, чтобы пить. Он просто отрывает кусочки травы или же жует ее?

Сердце, кровеносная система, нервная система, пищеварительные и дыхательные органы кузнечика в основном соответствуют общему описанию органов насекомых, приведенному в следующем разделе.

Микроскопические объекты. Их можно купить в готовом виде или исследовать в свежем виде. Часть покрова большого глаза можно отрезать, а темный слой на внутренней стороне покрова соскоблить, чтобы сделать его прозрачным. Какова форма фасеток? Можете ли вы оценить их количество? Можно использовать часть прозрачного заднего крыла и изучить «жилки» в нем. Тонкий кусочек брюшного сегмента, содержащий дыхальце, покажет строение этих важных органов.

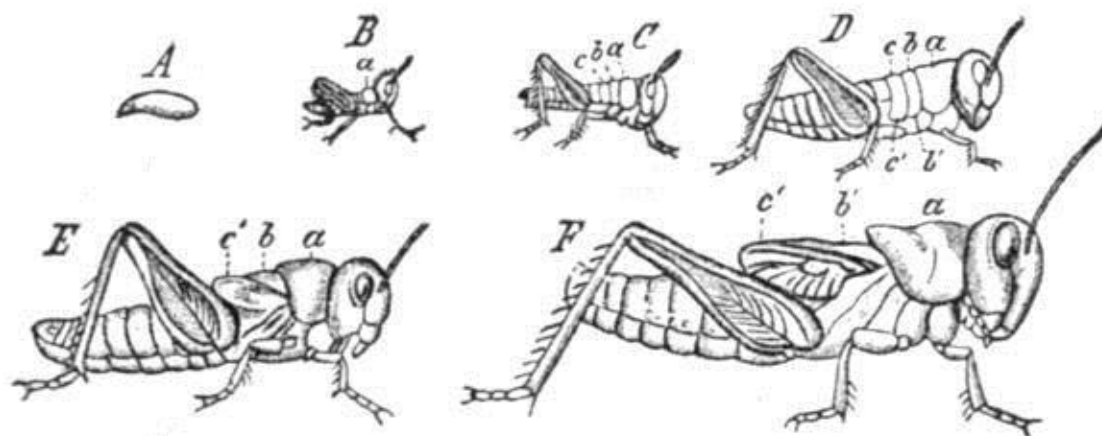


Рис. 115. Яйцо и линьки кузнечика.

Рост кузнечика. Некоторые виды зимуют в укрытых местах и откладывают яйца весной, но взрослые особи в это время года встречаются редко. Большинство видов откладывают яйца осенью; они выдерживают холод и вылупляются весной. Вылупившиеся из одной партии яиц иногда остаются вместе в течение нескольких дней. Они жадно питаются, и по мере роста их мягкая кожа твердеет за счет отложения рогового вещества, называемого хитином. Это препятствует дальнейшему росту, пока насекомое не линяет, причем кожа сначала раскалывается над переднеспинкой. После вылупления происходит пять последовательных периодов роста. При какой линьке впервые появляются очень короткие крылья? (Рис. 115.) После последней линьки животное полностью сформировалось и больше не меняет размеры в течение всей оставшейся жизни. Некоторые авторы пытались ограничить термин «кузнечик» длиннокрылыми, стройными видами, а более короткокрылых, коренастых видов называть саранчой в соответствии со старым английским употреблением.

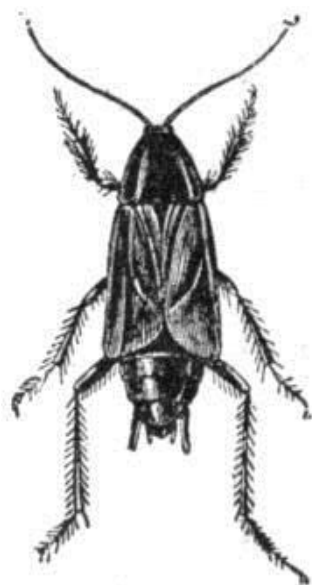


Рис. 116. — ТАРАКАН.

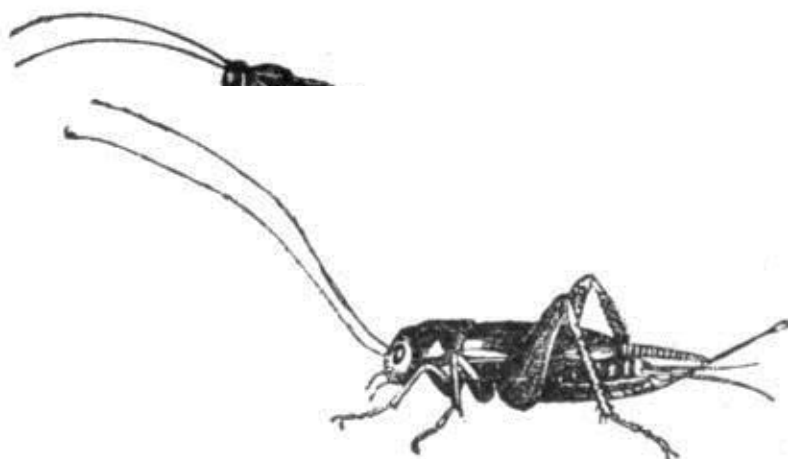


Рис. 117. Богомол, или д

Рис. 118. — СВЕРЧОК.



Рис. 119. Кротовый СВЕРЧОК.

Экономическое значение кузнечиков. Кузнечики часто наносят большой ущерб растительности, однако миллионы крошечных, но прожорливых насекомых, вылупившихся ранней весной, обычно быстро уничтожаются птицами. Мигрирующие саранча

представляют собой настоящую напасть, когда они появляются , и так было с древних времен. Саранча из Скалистых гор, летящая на восток, затмевала небо, а там, где она оседала на земле, съедала почти всю зелень. В 1874-1875 годах они почти вызвали голод в Канзасе, Небраске и других западных штатах. Молодые особи, вылупившиеся вдали от гор, были нездоровы и умирали преждевременно, и их разрушительная деятельность прекратилась. Конечно, миграции могут повториться. Паккард подсчитал, что фермеры Запада потеряли 200 миллионов долларов из-за их разорения в 1874-1875 годах.

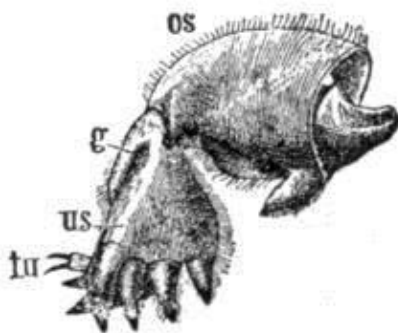


Рис. 120. — Передняя нога сверчка-крота. × 3.

Тараканы ([рис. 116](#)), **родственники кузнечиков**, являются домашними вредителями, которые мигрировали почти везде, куда ходят корабли. *Богомол* ([рис. 117](#)), или *дьявольская лошадь*, также принадлежит к этому отряду. Он полезен, поскольку уничтожает других насекомых. Какие из его ног специализированы? *Палочник* ([рис. 121](#)) и *сверчок* ([рис. 118](#)), как и большинство представителей этого отряда, являются вегетарианцами.



Рис. 121. — ЧЕТЫРЕ ПАЛОЧНИКА.

Кузнечики чаще встречаются в полях и на лугах или в лесистых местах? Сколько разных цветов вы видели у кузнечиков? Какие цвета встречаются чаще всего?

Кузнечики очень редки в Европе, так как любят сухие, теплые страны. Почему саранча мигрирует? Приведите пример из древних времен.

Как долго живут большинство кузнечиков? Расправляет ли кузнечик крылья перед полетом? Прыгает ли он и летает одновременно? Может ли он выбирать место для приземления?

ПРИМЕЧАНИЕ для учителя. **Полевые работы по зоологии** должны быть систематическими. Каждая поездка имеет определенный регион и определенную линию исследования, но следует отметить каждое увиденное животное. Среди идей, направляющих исследование, должны быть такие, как среда обитания, приспособление к окружающей среде по строению и привычкам, отношения с другими животными, классификация увиденных животных. Экскурсии можно разделить примерно следующим образом, в зависимости от возможностей: леса на возвышенностях, леса в низинах, пастбища на возвышенностях, поля, болота, пресноводное озеро, пруд, нижняя часть морского побережья, верхняя часть морского побережья, песчаные холмы вдоль берега, обочины дорог, сады, места обитания птиц, насекомые, посещающие цветы, наземные насекомые, насекомые в бревнах.

Для хранения индивидуальных полевых наблюдений можно использовать алфавитный файл. Они должны быть представлены классу в устной или письменной форме. Если они будут признаны достоверными (при необходимости повторенными и пересмотренными), наблюдения должны быть занесены в файл, а студенту должна быть выставлена оценка по обычной шкале. Таким образом, оценки и баллы будут выставляться с целью поощрения разумного изучения природы, а не зазубривания книг или лабораторных работ. К итоговой оценке может быть добавлен один процент за каждый вид куколки, каждое редкое насекомое (с наблюдаемым фактом о его привычках), каждое наблюдение миграции птиц, каждый случай защитной окраски, мимикрии ([с. 146](#)), обмана врага, случай вредных насекомых и способы борьбы с ними и т. д. Острый глаз и ясное мышление будут тогда иметь такое же значение для школьных оценок, как и запоминание слов или механическое выполнение лабораторных инструкций. По шкале из 100 баллов: классная работа = 50, экзамен = 25, полевая работа = 25.

Сбор насекомых. В городах и поселках насекомые, в зависимости от сезона, привлекаются электрическим светом. Жуки и клопы будут найдены под светом, мотыльки — на столбах возле света, кузнечики, сверчки и другие насекомые — в траве поблизости. Лампа, поставленная у окна, привлекает много экземпляров. В лесах и скалистых местах насекомых можно найти под бревнами и камнями, а также под корой мертвых деревьев. На открытых местах, прериях, лугах и старых полях с травой и цветами легко найти кузнечиков, бабочек и некоторых жуков. Пруды и ручьи обычно богаты животными, такими как клопы и жуки, которые плавают на поверхности или под ней, а также личинками стрекоз, ползающими по дну. Стрекозы и другие насекомые, откладывающие яйца на воде, летают в воздухе над водоемом. (Весной также следует собирать только что вылупившихся раков, головастиков и яйца лягушек и жаб, если они найдутся). Ночью можно ловить мотыльков, намазывая на стволы нескольких деревьев патоку или сироп из коричневого сахара и периодически осматривая деревья с фонарем.

Сетку для ловли бабочек и для прочесывания прудов можно сделать, согнув прочную проволоку в круг диаметром один фут, оставив достаточно прямой проволоки, чтобы прикрепить ее скобами к старой метле. К раме прикрепляется мешок для муки или конус, сделанный из куса москитной сетки.

Бабочек и мотыльков следует немедленно убивать, иначе они разбьют свои крылья. Самый быстрый способ — капнуть несколько капель бензина на брюшную (нижнюю) сторону груди и брюшка. (Внимание: бензин никогда не следует использовать вблизи открытого огня или лампы, так как пламя, проходящее через насыщенный бензином воздух, может привести к взрыву и смерти.)

Для хранения образцов можно использовать сигарную коробку и бутылку с прорезанной пробкой. Сигарные коробки можно использовать для хранения коллекций высушенных насекомых. На дно можно закрепить пробку или гофрированную упаковочную бумагу для поддержки булавки для насекомых. В каждую коробку можно положить нафталин или табак, чтобы отпугнуть насекомых-вредителей, которые заражают коллекции.

Приятно и полезно взять с собой в поле небольшую книгу, подобную этой, или даже «Справочник по насекомым» Комстока или «Американские насекомые» Келлога, и изучать насекомых и их повадки там, где они встречаются.

Пойманных насекомых, которые в личиночной или половозрелой стадии наносят вред растительности, всегда следует убивать после изучения их поведения и внешних особенностей, даже если внутреннее строение не будет изучаться. Полезных насекомых, таких как божьи коровки, ихневмоны, пчелы, богомолы (дьявольские лошадки), стрекозы и т. д., следует отпускать невредимыми.

АНАТОМИЯ И ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАССА INSECTA

Тело насекомого (например, осы, [рис. 122](#)) разделено двумя заметными сужениями на три части: голову (*K*), грудь (*B*) и брюшко (*H*).

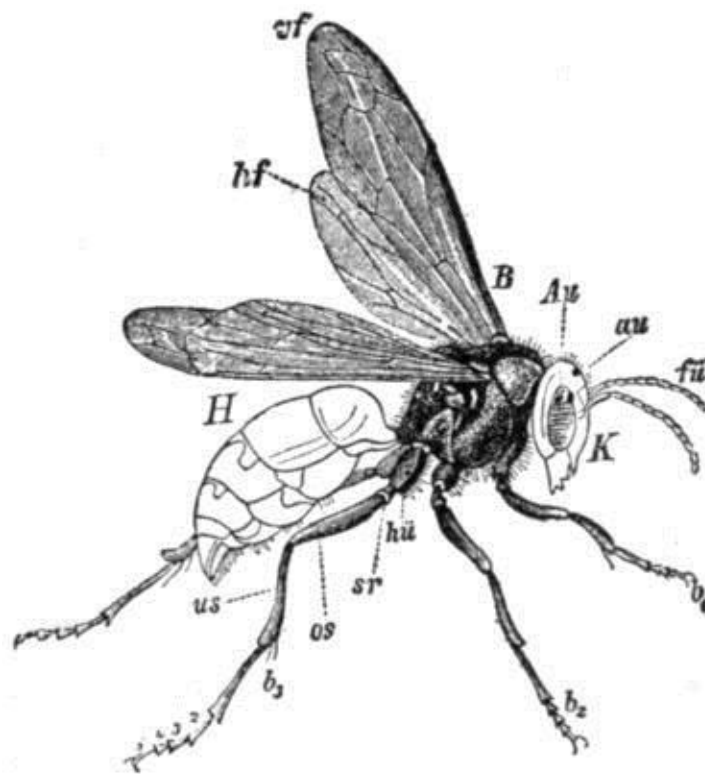


Рис. 122. Оса.

Голова представляет собой свободно подвижную капсулу с четырьмя парами придатков. Поэтому считается, что она образовалась в результате соединения четырех колец, поскольку *предки насекомых*, как полагают, состояли из подобных колец, каждое из которых имело пару неспециализированных ног. Считается, что ранняя стадия развития насекомых в виде личинки или гусеницы в некоторой степени напоминает форму предков.

Типичные **части ротового** аппарата насекомого ([рис. 123](#)), названные в порядке сверху вниз, — это (1) верхняя губа (labrum, *ol*), (2) пара кусающих челюстей (mandibles, *ok*), (3) пара захватывающих челюстей (maxillæ, *A*, *B*) и (4) нижняя губа (labium, *m*, *a*, *b*). Хватательные челюсти имеют две пары сочлененных челюстных пальцев (maxillary palpi, *D*, *C*), а нижняя губа имеет пару аналогичных губных пальцев (labial palpi, *d*). Кусательные челюсти двигаются в стороны; обычно они имеют несколько заостренных выемок, которые служат в качестве зубов. Почему хватательные челюсти должны находиться под жевательными челюстями? Почему нижней губе лучше иметь пальцы, чем верхней? Почему пальцы (или щупальца) сочленены? (Понаблюдайте за тем, как ест кузнечик или жук.) Зачем насекомому нужны хватательные челюсти?

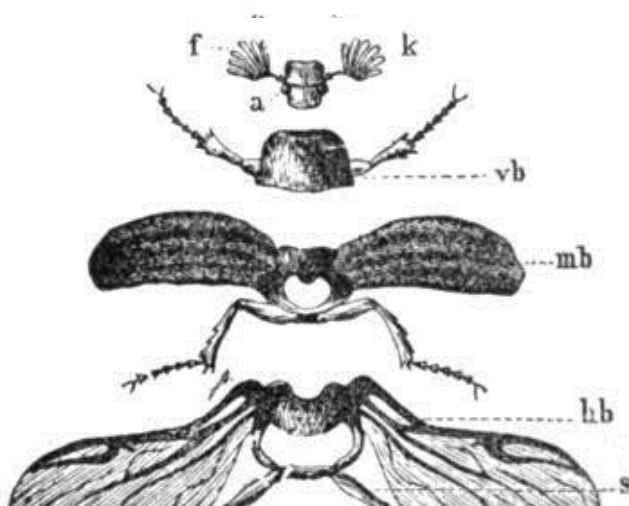


Рис. 123. — Ротовой аппарат жука.

Грудь, или **тора́кс**, состоит из трех колец ([рис. 124](#)), называемых передним тора́ксом (проторакс), средним тора́ксом (мезоторакс) и задним тора́ксом (метаторакс), или первым, вторым и третьим кольцами. Первое кольцо несет первую пару ног, второе кольцо несет вторую пару ног и верхние или передние крылья, а третье кольцо несет третью пару ног и нижние или задние крылья.

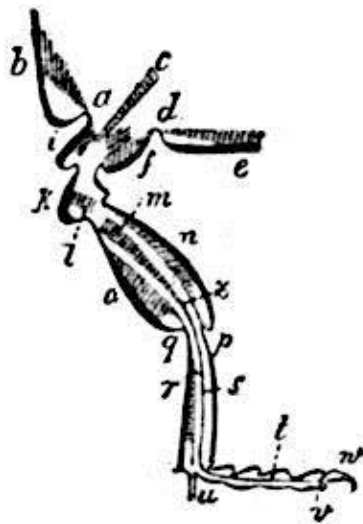


Рис. 125. Нога НАСЕКОМОГО.

Шесть ног насекомых являются их отличительной чертой, поскольку ни одно другое животное не имеет такого количества ног: у пауков их восемь, у раков и крабов — десять, у многоножек — еще больше, а у птиц и зверей — меньше шести. Поэтому насекомые () иногда называют шестиногими (*Hexapoda*). Насекомые — единственные животные, **тело** которых состоит **из трех частей**. У человека, животных и птиц тело состоит только из двух частей (голова и туловище), а у червей тело не делится на части.

Определите класс *насекомых* по двум характерным для них (*т. е.* присущим только им) признакам, а именно: насекомые — это животные с ____ и _____. Почему было бы неоднозначно включить в это определение «твердый внешний скелет»? Включить «двустороннюю симметрию»? «Сегментированное тело»? Определение класса должно *включать* всех представителей этого класса и *исключать* всех животных, не принадлежащих к этому классу.

Нога насекомого ([рис. 125](#)) имеет пять суставов (два коротких сустава, два длинных и стопа). В порядке следования сверху вниз они называются (1) тазобедренный сустав (соха), (2) бедренный сустав (trochanter), (3) бедро (femur), (4) голень (tibia), (5) стопа, которая состоит из пяти частей. Какой из пяти суставов ноги осы ([рис. 122](#)) самый толстый? Самый тонкий? Самый короткий? Один сустав (какой?) стопы ([рис. 122](#)) примерно такой же длины, как остальные четыре сустава стопы вместе взятые. Одинакова ли относительная длина суставов ноги у [кузнечиков, жуков и т. д.](#), как у [осы](#) (рис.)? На [рисунке 125](#) показана схема ноги насекомого, разрезанной по длине. Нога состоит из толстостенных трубок (о, п), концы

которых соединены между собой тонкими, легко морщащимися мембранами, которые служат суставами. Таким образом, движение обеспечивается за счет прочности. При обращении с живыми насекомыми их никогда не следует держать за ноги, так как ноги очень легко отрываются. Движение суставов насекомых больше похоже на движение шарнирных суставов или шаровых суставов? Ответьте, проверив на живых насекомых. В ноге насекомого нет мышц. Коготь движется за счет мышцы (m) в бедре, с которой он соединен длинным сухожилием (z, s, t, v). В какой части находятся дыхательные мышцы? Поскольку крылья развиваются из складок спинной кожи, крыло имеет два слоя: верхний и нижний. Они окружают так называемые «нервы» или ребра крыла, каждое из которых состоит из кровеносной трубки, заключенной в воздушную трубку.

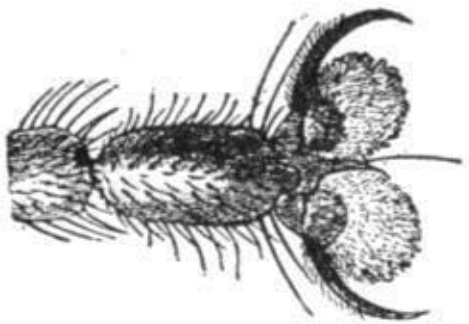


Рис. 126. — Нога мухи с лапками для лазания.

Брюшко у различных видов состоит из пяти-одиннадцати перекрывающихся колец с складчатыми соединениями между ними. Каждое кольцо перекрывает кольцо перед ним или за ним?

Пищевой канал ([рис. 127](#)) начинается у рта, который обычно содержит слюнные железы (4, [рис. 127](#)). Какого цвета слюна кузнечика? Пищевой канал сначала расширяется в *виде желудочного* расширения; рядом с ним находится *желудок* (6, [рис. 127](#)), который напоминает желудок птиц, так как его внутренняя стенка снабжена хитиновыми зубцами (b, [рис. 114](#)). Они измельчают кусочки пищи, которые были не полностью раздроблены челюстями перед проглатыванием. *Жлезы*, сравнимые с печенью высших животных, открываются в пищевой трубке, где желудок соединяется с тонким кишечником. На стыке тонкого и толстого кишечника (9) находится ряд *тонких трубок* (8), которые соответствуют почкам и выделяют свою секрецию в толстый кишечник.

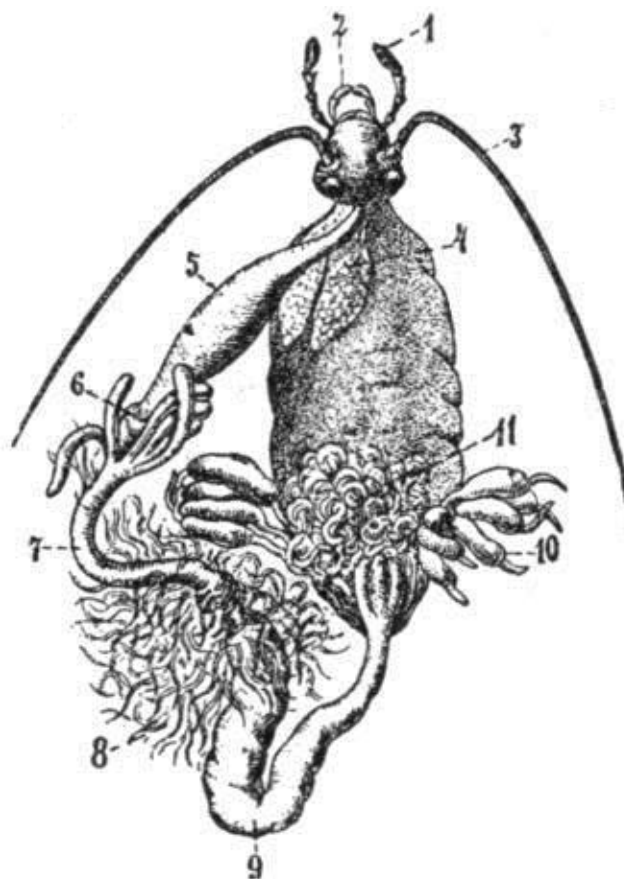


Рис. 127. — Внутренние органы кузнечика. [Обозначения](#) в тексте. Сравните с [рис. 114](#).

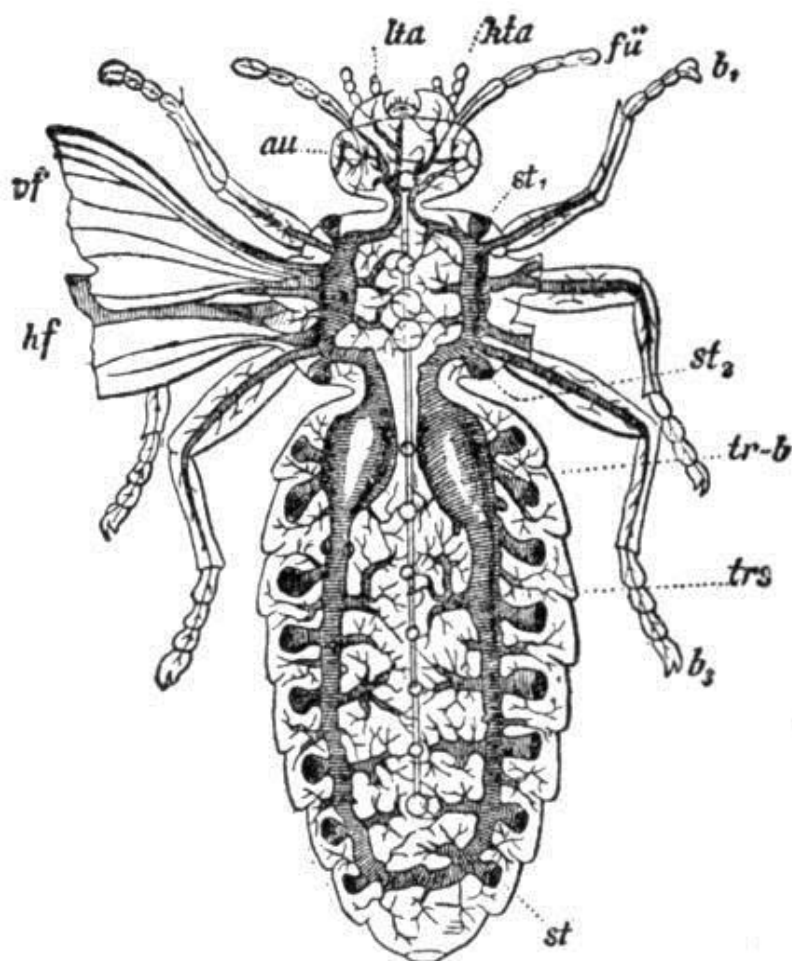


Рис. 128. — Дыхательные трубки насекомого.

Дыхательные органы насекомых имеют своеобразную структуру (см. [рис. 128](#)). Они состоят из трубок, которые остаются открытыми благодаря наличию в их стенках непрерывных спиралей из рогового материала, называемого **хитином**. Наиболее заметны две большие мембранные трубки, заполненные воздухом и расположенные по обеим сторонам тела. Проходят ли эти трубки через грудную клетку? ([Рис. 128.](#)) Воздух поступает в эти две основные трубки через несколько пар коротких дыхательных трубок, или *трахей*, которые начинаются у отверстий (*дыхалец*). В каком отделе дыхальца наиболее многочисленны? ([Рис. 128.](#)) В каком отделе дыхальца отсутствуют? Может ли насекомое утонуть, т. е. задохнуться, если держать его тело под водой? Может ли оно утонуть, если погрузить в воду все его тело, кроме головы? Движение воздуха через дыхательные трубки вызывается *движением брюшка*, похожим на *движение мехов*. Это легко наблюдать у кузнечиков, жуков и ос. Когда каждое кольцо скользит в кольцо перед ним, брюшко укорачивается, и загрязненный углекислым газом воздух выталкивается наружу. Когда кольца выскальзывают, брюшко удлиняется и в него поступает свежий воздух, приносящий кислород.



Рис. 129. СЕРДЦЕ НАСЕКОМОГО (схема).

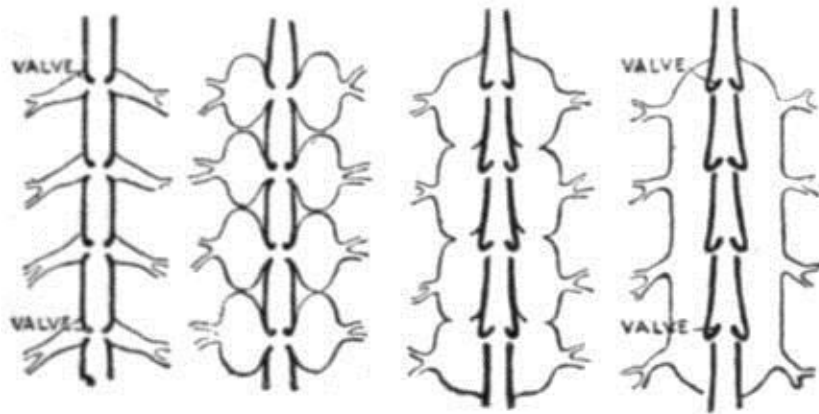


Рис. 130. — ДИАГРАММЫ РАЗВИТИЯ ПЕРИКАРДИАЛЬНОГО МЕШКА ВОКРУГ СЕРДЦА НАСЕКОМОГО ИЗ РЯДА ВЕН (Ланкестер).

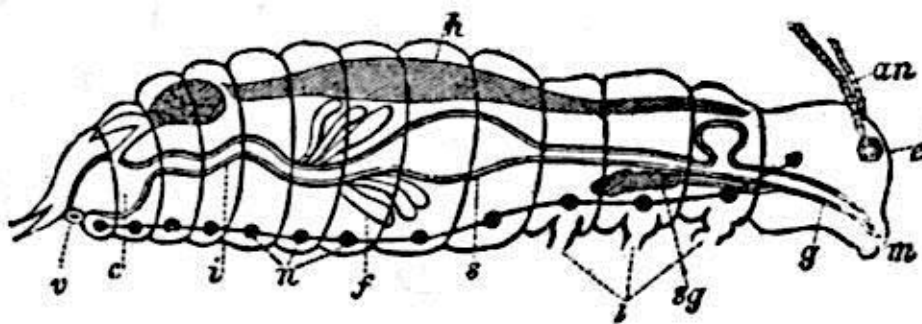


Рис. 131. — РАСПОЛОЖЕНИЕ СЕРДЦА НАСЕКОМОГО, ПИЩЕВОГО ТРУБОЧКА И НЕРВНАЯ ЦЕПЬ.

Кровообращение. — Рядом с дорсальной поверхностью брюшка ([рис. 131](#)) расположено длинное, тонкое *сердце* ([рис. 129](#)). Сердце имеет отделы, разделенные клапанными перегородками. Кровь поступает в каждый из отделов сердца через пару отверстий. Сердце сокращается от задней части к передней (), проталкивая кровь вперед. Кровь содержит тельца, соответствующие *белым кровяным тельцам* человека, но не содержит красных кровяных телец и не имеет красного цвета. Кровь поступает даже в крылья. *Ребра* на крыльях состоят из кровеносных трубок, заключенных в воздушные трубки, так что

кровеносные сосуды окружены воздухом, и очищение крови происходит на протяжении всего кровообращения. Следовательно, несовершенное кровообращение не является недостатком. Совершенная система снабжения кислородом объясняет замечательную активность, на которую способны насекомые, и их огромную силу, которая, учитывая их размеры, не имеет себе равных среди других животных.

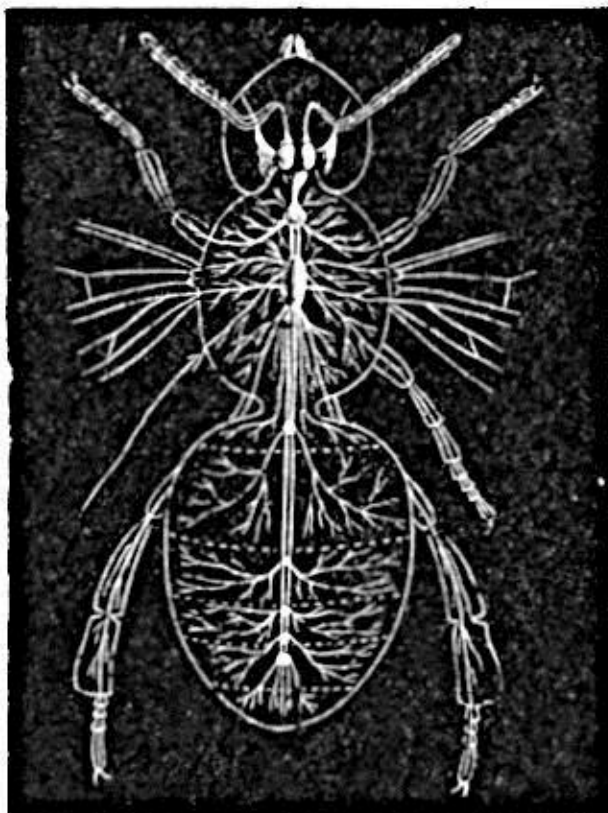
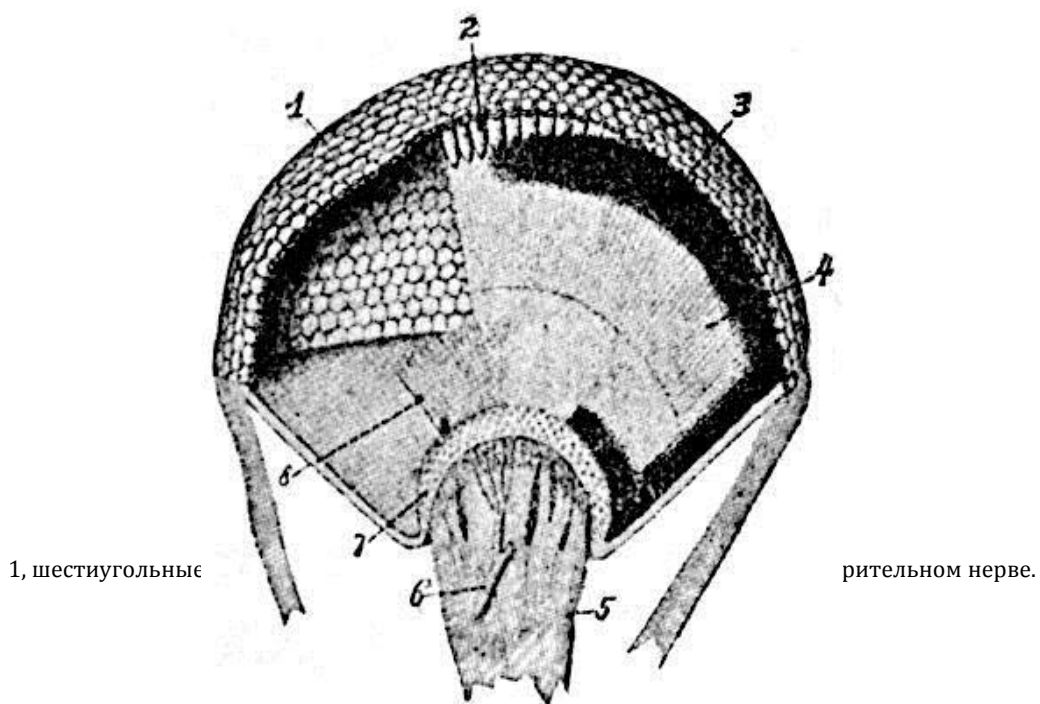


Рис. 132. НЕРВНАЯ СИСТЕМА ПЧЕЛЫ.

Нервная система. Сердце у позвоночных животных, например у человека, находится на брюшной стороне, а главный нервный ствол — на спинной. Как уже упоминалось, сердце насекомого находится на спинной стороне; его главная нервная цепь, состоящая из *двойного ряда ганглиев*, расположена близко к брюшной поверхности ([рис. 131](#)). Все ганглии находятся ниже пищевого канала, за исключением первой пары в голове, которая расположена над пищеводом. Эту пару можно считать в некоторой степени соответствующей мозгу позвоночных животных; к ней ведут нервы от глаз и щупалец. У социальных насекомых, таких как пчелы и муравьи, она большая и сложная ([рис. 132](#)). У типичных насекомых это самые крупные ганглии.



Органы чувств. Считается, что *обоняние* у большинства насекомых находится в щупальцах. Орган *слуха* у разных насекомых расположен по-разному. Где он находится у кузнечика? Органы *зрения* насекомых () высокоразвиты и состоят из двух сложных глаз по бокам головы и трех простых глаз на вершухе или передней части головы между сложными глазами. Простой глаз имеет нервные клетки, пигменты и линзу, напоминающую линзу в глазах позвоночных ([рис. 134](#)). Составной глаз ([рис. 135](#)) имеет на своей поверхности тысячи фасеток, обычно шестиугольных, которые являются внешними концами конусов, внутренние концы которых направлены к центру глаза. Вероятно, что большие, или составные, глаза насекомых служат только для того, чтобы отличать светлые объекты от темных. Простые глаза дают четкие изображения объектов, находящихся на расстоянии нескольких сантиметров от глаза. В целом, зрение насекомых, вопреки тому, что можно было бы ожидать, судя по их сложным органам зрения, вовсе не является острым. Тем не менее, насекомое может летать по лесу, не задевая веток и сучьев. Что лучше для глаз, которые не могут двигаться в голове: быть большими или маленькими? У кого глаза сравнительно больше: у насекомых или у животных?



Наследственная привычка, или инстинкт. — Насекомые и другие животные наследуют от своих родителей особую форму тела и органов, выполняющих различные функции. Например, они наследуют нервную систему, построение которой сходно с нервной системой их родителей, и, следовательно, склонность повторять схожие импульсы и действия. Повторяющиеся действия составляют привычку, а *унаследованная привычка называется инстинктом*. Например, мотыльки привыкли находить нектар в ночных цветах, большинство из которых белого цвета. Привычка лететь к белым цветам передается в структуре нервной системы; поэтому мы говорим, что мотыльки имеют инстинкт лететь к

белым объектам; иногда это выражается более неясно, говоря, что они притягиваются или привлекаются ими.

Инстинкты не являются непогрешимыми.—Они надежны только в одном узком наборе условий. Теперь, когда человек разжигает много костров и огней ночью, только что упомянутый инстинкт часто приводит к гибели мотыльков. Инстинкт обеспечить потомство необходим для продолжения рода всех животных, кроме самых простых. Грязевая оса, или грязевая шершень, благодаря унаследованной привычке, или инстинкту, делает ячейку нужного размера, откладывает яйцо и обеспечивает пищей потомство, которое мать никогда не увидит. Она запечатывает укушенных и полупарализованных пауков в ячейке вместе с яйцом. Если вы попытаетесь провести эксперимент и удалить пищу до того, как ячейка будет закрыта, насекомое принесет еще пауков; если их снова удалить, будет принесена третья порция; но если удалить их в третий раз, грязевая оса обычно закроет ячейку без пищи, и когда яйцо вылупится, личинка умрет от голода.

Развитие насекомых. Изучен рост и линька кузнечика от яйца до взрослой особи. Не все насекомые развиваются именно по этому плану. Некоторые вылупляются из яйца в состоянии, заметно отличающемся от взрослой особи. Из яйца бабочки появляется червеобразная гусеница, которая не имеет никакого сходства с бабочкой. После того, как она вырастает, она образует закрытый кокон, в котором проводит спокойный период развития и выходит бабочкой. Это изменение от гусеницы к бабочке называется *метаморфозом*. Жизнь насекомого делится на четыре стадии развития (): (1) *яйцо*, (2) *личинка*, (3) *куколка* и (4) *имаго*, или взрослое насекомое ([рис. 136, 137, 138](#)).

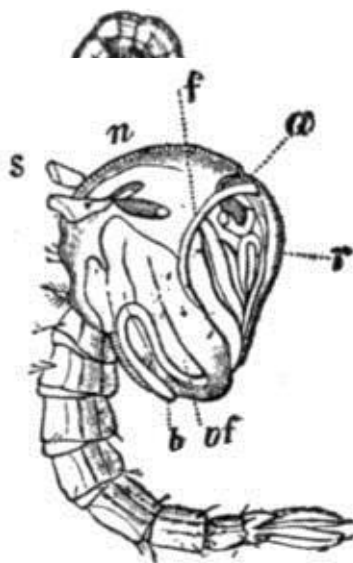


Рис. 136. — Измерительный червь

Рис. 137. Куколка комара.

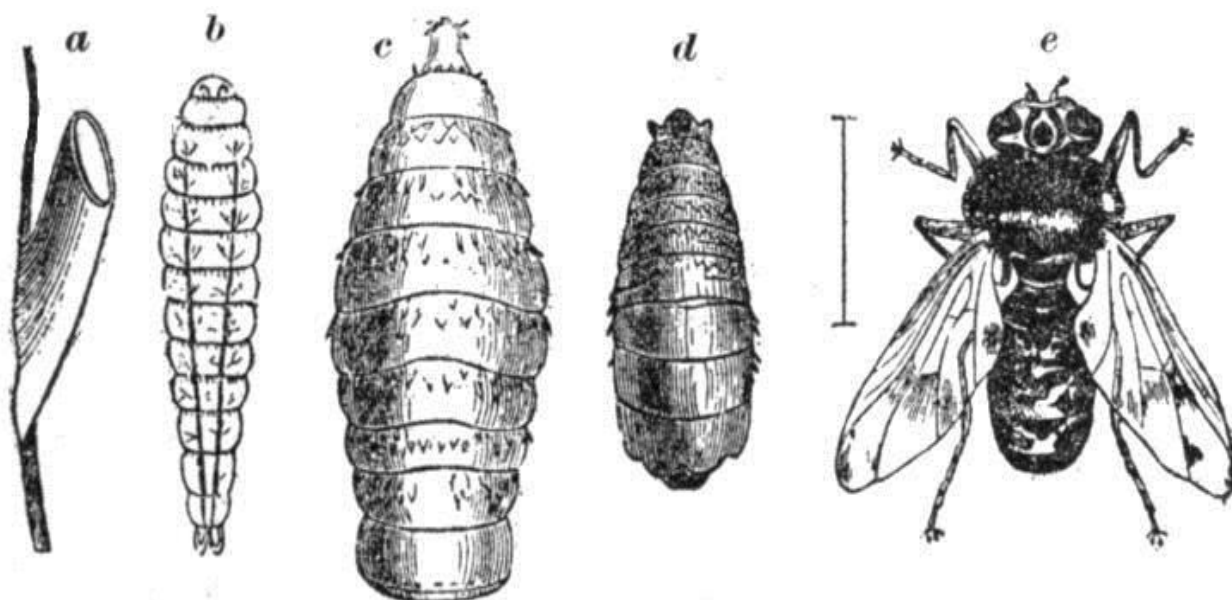


Рис. 138. — ЧЕТЫРЕ СТАДИИ РАЗВИТИЯ СЛЕПНЯ, все увеличенные.

a — яйцо на шерсти лошади (откушенное и проглоченное); *b* — личинка; *c* — личинка с крючками для крепления к слизистой оболочке желудка; *d* — стадия куколки, проходящая в земле; *e* — взрослая лошадиная муха.

Стадия яйца — это стадия развития, питание не усваивается. Стадия личинки — это стадия прожорливого питания и быстрого роста. На стадии куколки питание не происходит, размер не увеличивается, но происходит быстрое развитие. На стадии половозрелости питание происходит, но размер не увеличивается. На этой стадии происходит оплодотворение яиц. Когда между личинкой и имаго очень мало сходства, а куколка находится в состоянии покоя, метаморфоза, или изменение, считается *завершенной*. Когда, как в случае с кузнечиком, между личинкой и имаго не происходит заметных изменений (то есть на стадии куколки, которая является активной), метаморфоза считается *неполной*. Изучив иллюстрации и образцы, а также вспомнив свои прошлые наблюдения за насекомыми, определите, какие из насекомых в следующем списке имеют полную метаморфозу: жук, муха, кузнечик, бабочка, сверчок, оса.

ТАБЛИЦА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ НАСЕКОМЫХ (класс *Insecta*) ПО РЯДАМ

Отряд	
A₁ Кусающие насекомые : ротовой аппарат для захвата и кусания	
B₁ Бескрылые; изменения (метаморфоз) неполные	БЕЗ КРЫЛЬЕВ (<i>Aptera</i>)
B₂ Нижние крылья тоньше верхних и складываются под ними, как веер; изменения неполные	ВЕЕРООБРАЗНЫЕ КРЫЛЬЯ (<i>Orthoptera</i>)
B₃ Верхние крылья твердые и толстые, защищают нижние крылья, которые складываются как по длине, так и поперек под ними; изменения неполные	ЧЕШУЙЧАТЫЕ КРЫЛЬЯ (<i>Coleoptera</i>)
B₄ Все четыре крыла почти одинаковые, с мелкой жилкой, прозрачные	
C₁ Задние крылья меньше передних, два или три	НЕРВНЫЕ КРЫЛЬЯ

нитевидных отростка, прикрепленных к брюшку,
длинные усики; изменения полные

C₂ Задние крылья не меньше передних; на брюшке нет
нитей, усики незаметные; изменения неполные

(*Neuroptera*)

ЛОЖНЫЕ НЕРВНЫЕ КРЫЛЬЯ
(*Pseudoneuroptera*)

A₂ **Сосущие насекомые** : ротовой аппарат для сосания или лизания

- V₁ Базальная половина верхнего крыла обычно кожистая, другая половина
крыла прозрачная; нижние губы преобразованы в трубку; настоящие клопы
- V₂ Четыре крыла покрыты чешуйками, удерживающие челюсти (максиллы)
удлинены, образуя сосательную трубку, свернутую под головой; изменения
полные
- V₃ Четыре крыла, перепончатые, задние крылья прикрепляются к передним
крыльям во время полета; ротовой аппарат предназначен как для кусания,
так и для сосания; брюшко с жалом; полное превращение
- V₄ Два крыла, челюсти рудиментарные, ротовой аппарат в виде мягкого клюва
- V₅ Без крыльев, челюсти рудиментарные, ротовой аппарат в виде рогового
клюва

ПОЛУКРЫЛЫЕ
(*Hemiptera*)

ЧЕШУЙЧАТЫЕ
КРЫЛЬЯ
(*Lepidoptera*)

СРОСШИЕСЯ
КРЫЛЬЯ
(*Hymenoptera*)

ДВА КРЫЛА
(*Diptera*)

ПОТЕРЯННЫЕ
КРЫЛЬЯ
(*Siphonoptera*)

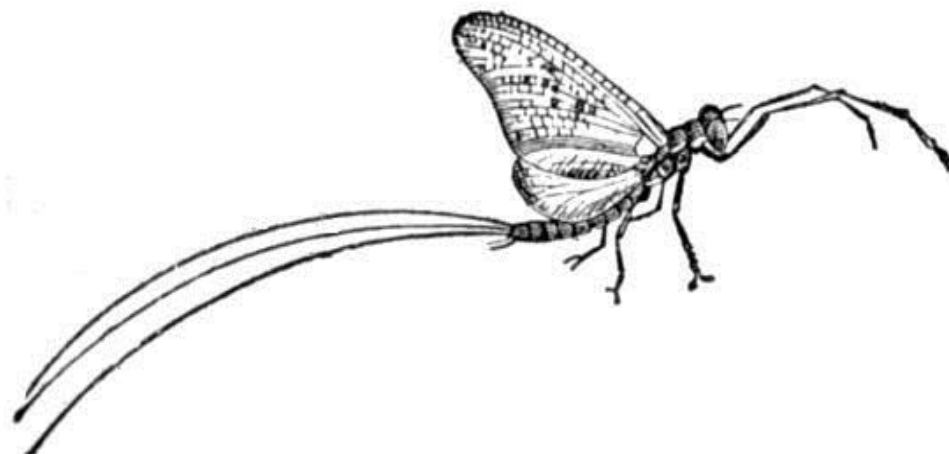


Рис. 139. — Майская муха. К какому отряду относится (см. [таблицу](#))?

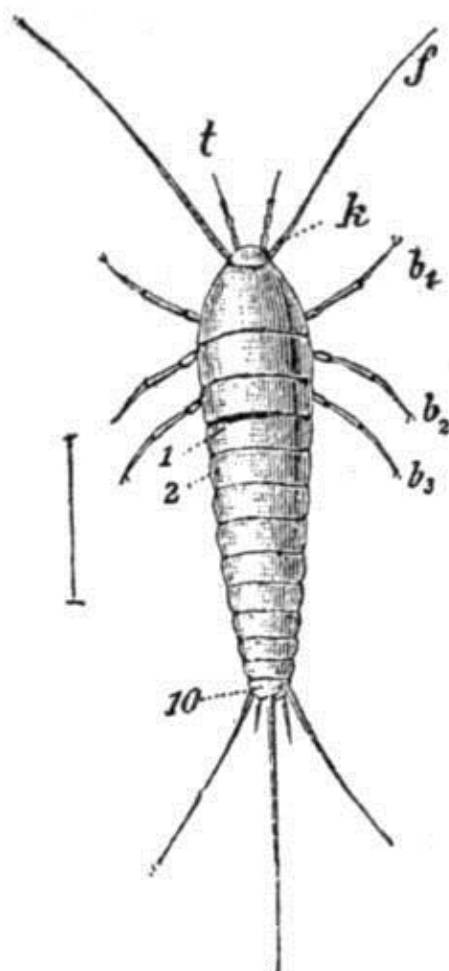


Рис. 140. — Серебряная чешуйка. (Отряд?)

Упражнение по использованию [таблицы или ключа](#). — Напишите название отряда после каждого из следующих названий насекомых:

Оса ([рис. 122](#))

Долгоносик ([рис. 163](#))

Клоп ([рис. 184](#))

Муравьиный лев ([рис. 170](#))

Стрекоза ([рис. 177](#))

Ихневмона ([рис. 159](#))

Муха домашняя ([рис. 172](#))

Блоха ([рис. 173](#))

Серебряная чешуйка или уховертка ([рис. 140](#))

Яблочная моль ([рис. 141](#))

Глистная муха ([рис. 138](#))

Мотыльки и бабочки. — Порядок ____? Почему ____ ([с. 82](#))?

Наличие чешуек на крыльях — это надежный признак моли или бабочки. Крылья не складываются. Они настолько большие, а ноги настолько слабые и хрупкие, что бабочка с трудом удерживает равновесие при ходьбе.

Максиллы развиты до формы длинного сосущего хоботка. Как они соединяются, образуя трубку? (См. [рис. 147](#).) Длина хоботка варьируется от долей дюйма у «мельника» до пяти дюймов у некоторых тропических молей, которые используют его для извлечения нектара из длинных трубчатых цветов. Когда он не используется, он свернут, как пружина часов, под головой ([рис. 148](#)). Верхняя губа (labrum), нижняя губа (labium) и губные пальцы (labial palpi) очень маленькие, а челюсти маленькие или отсутствуют ([рис. 146](#)).

Метаморфоз полный, контраст между гусеницей или личинкой моли и бабочки и взрослой формой очень велик. Гусеница имеет три пары сочлененных ног, типичных для насекомых; они расположены вблизи головы ([рис. 141](#)). У нее также есть от трех до пяти пар мясистых несочлененных проножек, одна пара которых всегда находится на последнем сегменте. Сколько пар пролегающих ножек у гусеницы шелкопряда? ([Рис. 143](#).) У измерительной гусеницы, или лоопер? ([Рис. 136](#).) Куколка имеет тонкую оболочку. Можете ли вы увидеть внешние признаки антенн, крыльев и ножек на этой стадии? ([Рис. 143](#).) Куколка скрыта защитной окраской и иногда заключена в шелковый кокон, который был соткан гусеницей перед последней линькой. Волосатые гусеницы обычно дают бабочек, а голые — мотыльков. Волосатые гусеницы неудобны для птиц. Голые и ярко окрашенные (предупреждающая окраска) часто содержат едкую и неприятную на вкус жидкость. Ущерб от чешуекрылых наносится на стадии гусеницы. Яблочная моль ([рис. 141](#)) ежегодно уничтожает яблок на сумму 6 000 000 долларов. Одежная моль ([рис. 171](#)) является домашним вредителем. Гусеница-палаточник оголяет деревья от листьев. Единственной полезной гусеницей является шелкопряд ([рис. 143](#)). В Италии и Японии во многих сельских домах есть шелковые комнаты, где тысячи этих гусениц кормят и ухаживают за ними женщины и дети. Почему капустная бабочка так называется? Почему она не может есть капусту? Почему хранение одежды в бумажном пакете предотвращает порчу одежды молью?

Полет чешуекрылых. — Что требует больше усилий для поддержания в воздухе: птица или бабочка? Объясните, почему. Из всех летающих насекомых, какие чаще всего встречаются в высокогорье? Как бабочка внезапно меняет направление полета? Обычно она летает по прямой или по зигзагу? В чем преимущество этого? Почему зигзагообразный полет не нужен молям? Яркие цвета служат защитой, так как чешуекрылые находятся в наибольшей опасности, когда отдыхают на цветах. Яркие цвета находятся на верхней или нижней стороне крыльев бабочки? Почему? (Подумайте о цветах в цветке.) Почему молям лучше держать крылья расправленными, когда они отдыхают? Где находятся моли в течение дня? Как можно проверить, определяют ли чешуйки цвет крыльев?

Укажите, **чем бабочки и мотыльки отличаются** по следующим признакам: тело, крылья, щупальца, повадки, обилие чешуек.

Насекомые и цветы. Мы обязаны насекомым яркими цветами и сладким медом цветов. Цветы нуждаются в насекомых, чтобы переносить их пыльцу на другие цветы, так как

перекрестное опыление дает лучшие семена. Насекомые нуждаются в нектаре цветов для питания, а яркие цвета и сладкие запахи являются рекламой цветов, привлекающей насекомых. До появления летающих насекомых в мире не было цветов (). Мотыльки, бабочки и пчелы переносят большую часть пыльцы (см. «Биология растений», [гл. VI](#)).

Сравнительное исследование. Составьте таблицу, как показано ниже, занимающую всю страницу тетради, не оставляя полей, и точно заполните ее:

	ТРАВЯДНЫЕ КУЗНЕЧИК	БАБОЧКА МУХА	МУХА стр. 92(, 93	ДРАКОН МУХА, стр. 93	ЖУК стр. 90(, 91	ПЧЕЛА стр. 88(, 89
Количество и вид крыльев						
Описание ног						
Усики (длина, форма, суставы)						
Кусающие или сосущие ротовые органы						
Полная или неполная метаморфоза						

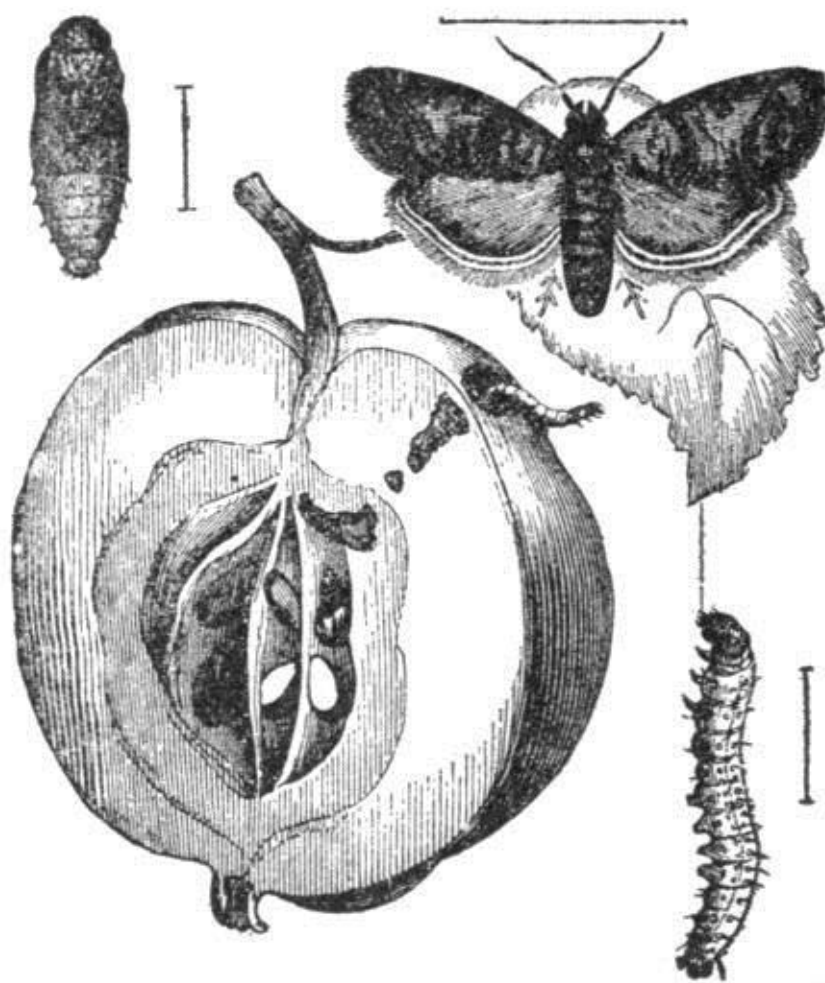


Рис. 141. Яблочная моль, от яйца до взрослой особи. (См. Бюллетень фермеров, [стр. 95.](#))

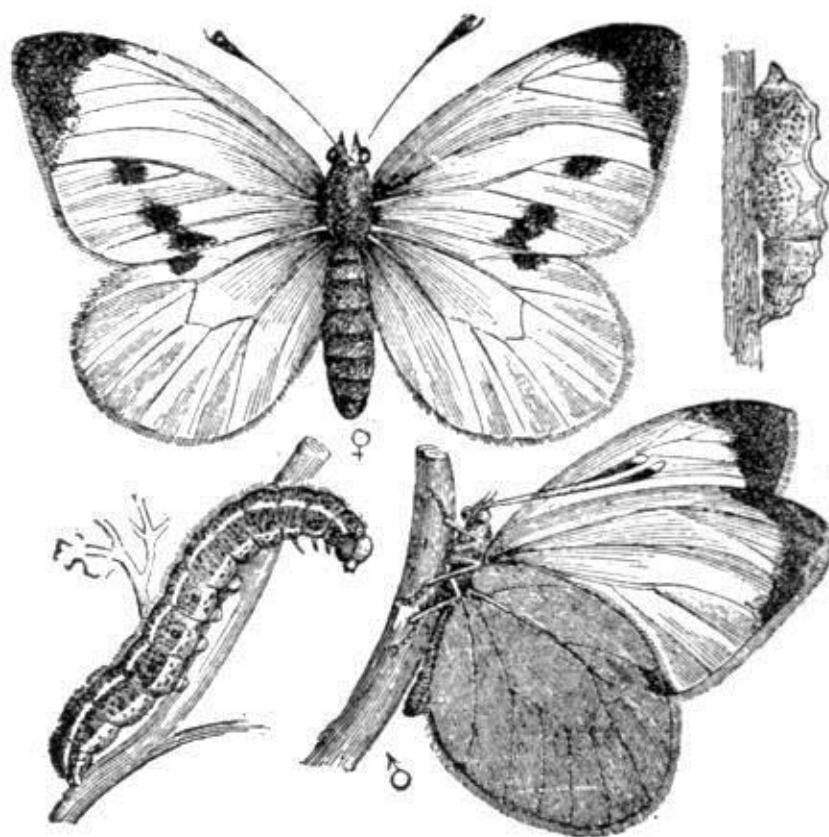


Рис. 142. — Капустная бабочка, самец и самка, личинка и куколка.

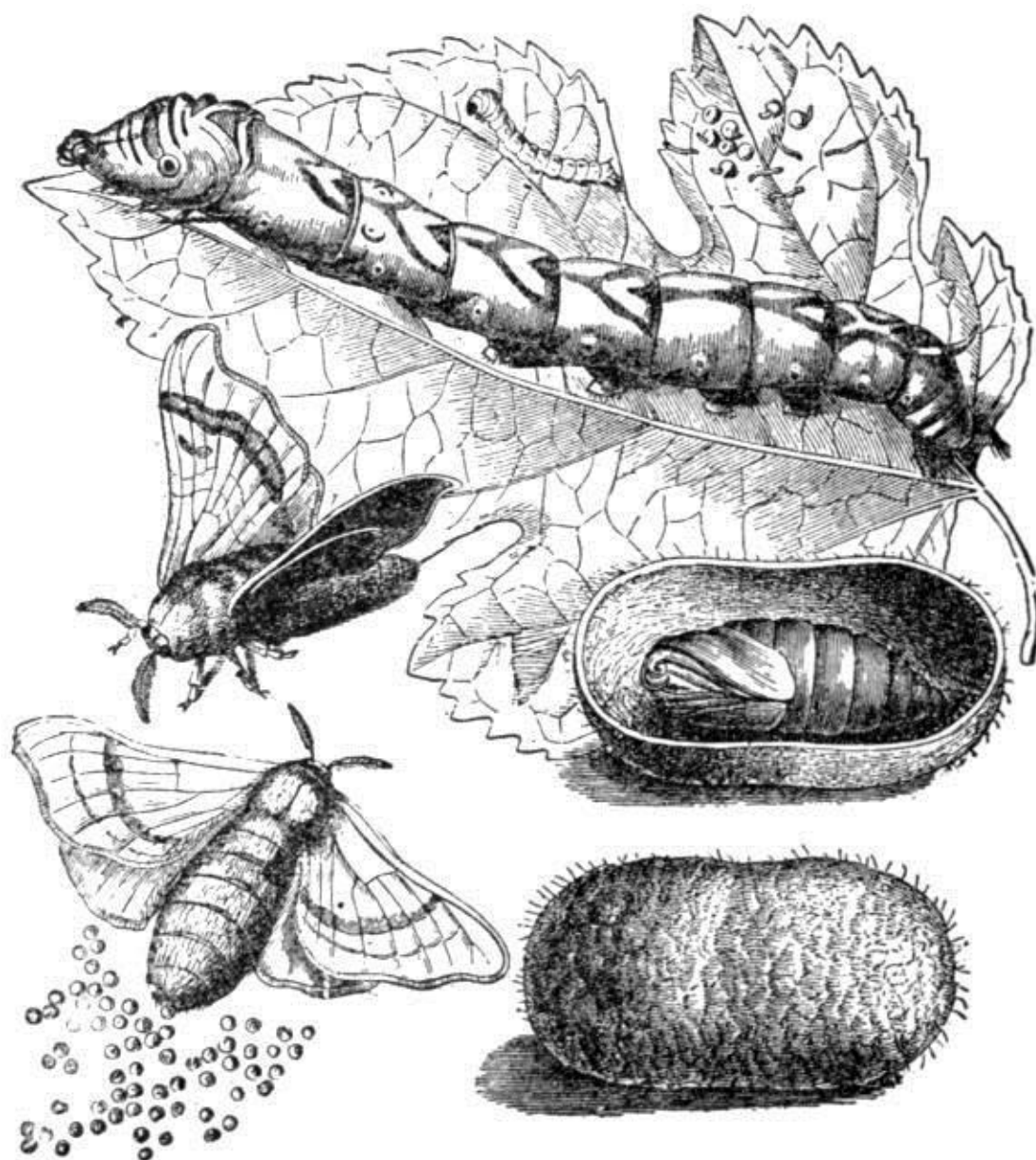


Рис. 143. Жизненный цикл шелкопряда.

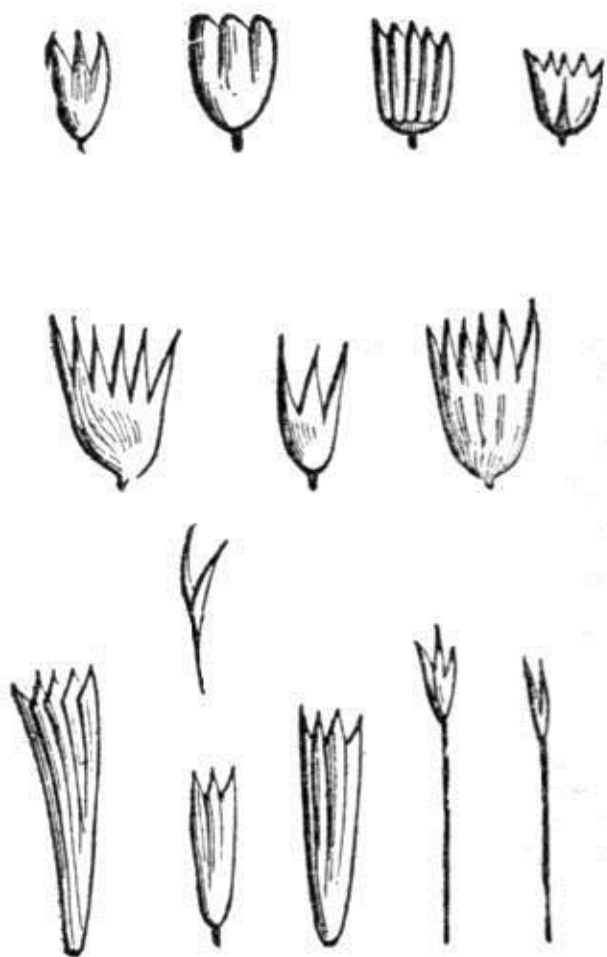


Рис. 144. — Чешуйки с крыльев бабочек, вид под микроскопом.

Учителю: эти иллюстрированные исследования требуют более медленного и тщательного изучения, чем текст. Для урока достаточно одного, максимум двух исследований. На вопросы можно ответить, изучив рисунки. Слабые наблюдатели часто терпят неудачу, и им не следует ничего говорить, а нужно попробовать еще раз, пока они не добьются успеха.

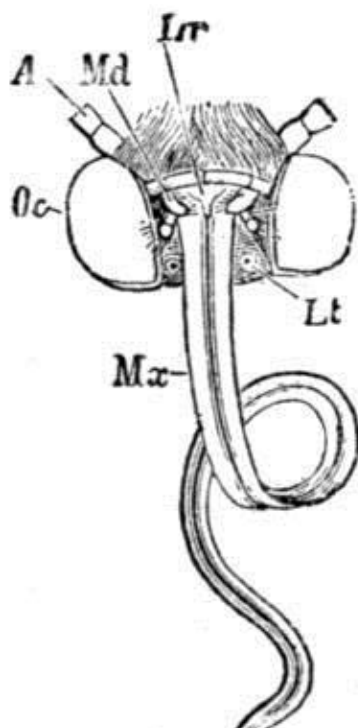


Рис. 145. Чешуйки на крыле моли.

Рис. 146. Голова бабочки.

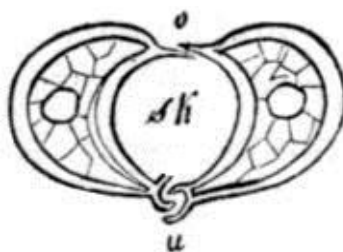


Рис. 147. — РАЗРЕЗ ХОБОТКА бабочки, показывающий перекрывающееся соединение и соединение типа «ласточкин ХВОСТ».

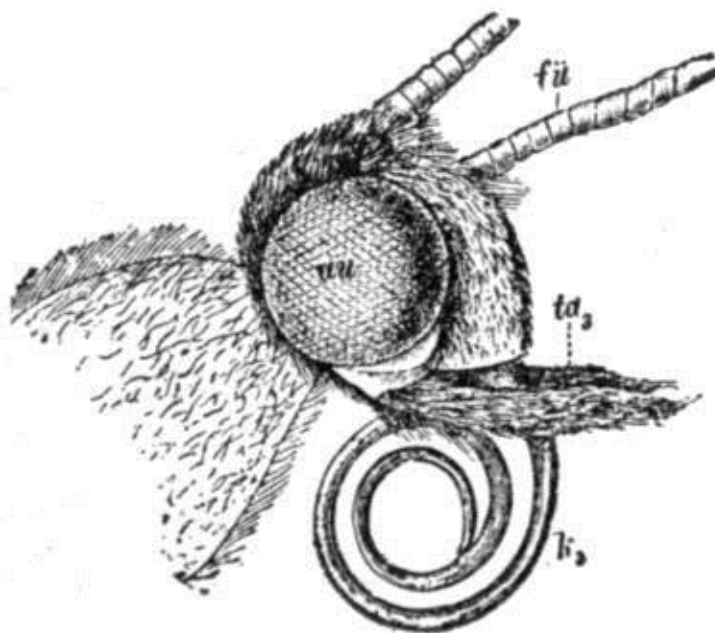


Рис. 148. Голова бабочки (вид сбоку).

[Рис. 141-148](#). Иллюстрированное исследование чешуекрылых. Изучите стадии развития яблочной моли, шелкопряда и капустной бабочки.

Где каждая из них откладывает яйца? Чем питаются личинки каждой из них? Опишите куколки каждой из них. Опишите взрослые формы. Найдите *дыхальца* и *подбрюшные ножки* у шелкопряда. Сравните *усики* моли и бабочки. У кого из них тело больше по сравнению с размером крыльев?

Опишите *чешуйки* на крыльях бабочки, как они видны под микроскопом ([144](#)). Как чешуйки расположены на крыльях моли ([145](#))? Какой частью чешуйки прикреплены к крыльям? Перекрывают ли чешуйки друг друга?

Изучите голову и *хоботок* бабочки ([рис. 146-148](#)). Какой формы сложные глаза? Соединены ли усики? Соединен ли хоботок? Почему его не называют языком? (См. [текст](#).)

Какие части ротового аппарата почти исчезли? Какова форма срезанных концов половин хоботка? Как половинки соединяются, образуя трубку?

Если бы вы увидели бабочку на цветке, для чего, по вашему мнению, она там находилась? А если бы вы увидели ее на листе? Сколько пятен на переднем крыле самки капустной бабочки? ([Рис. 124](#), выше.)

Заполняет ли куколка шелкопряда свой кокон? Яйца можно получить в Министерстве сельского хозяйства США.

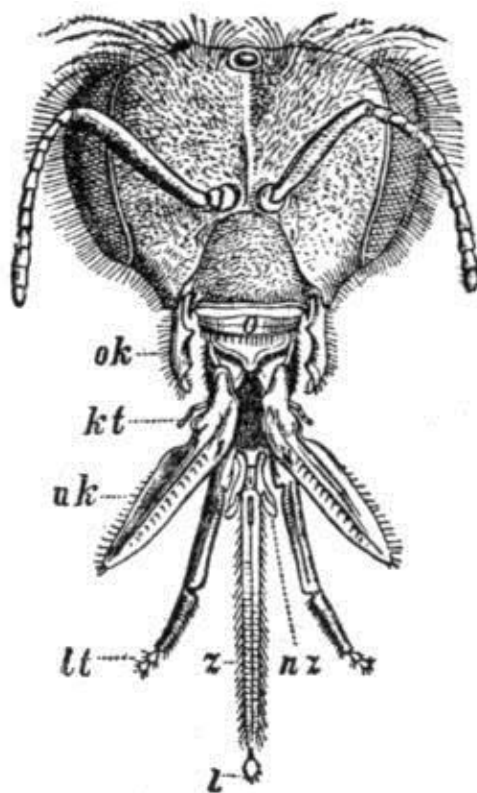


Рис. 149.

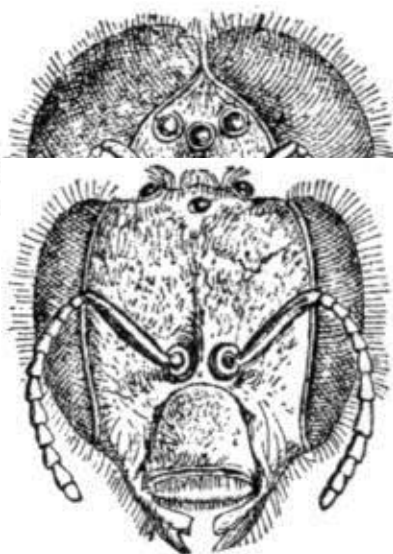


Рис. 150.

Рис. 151.

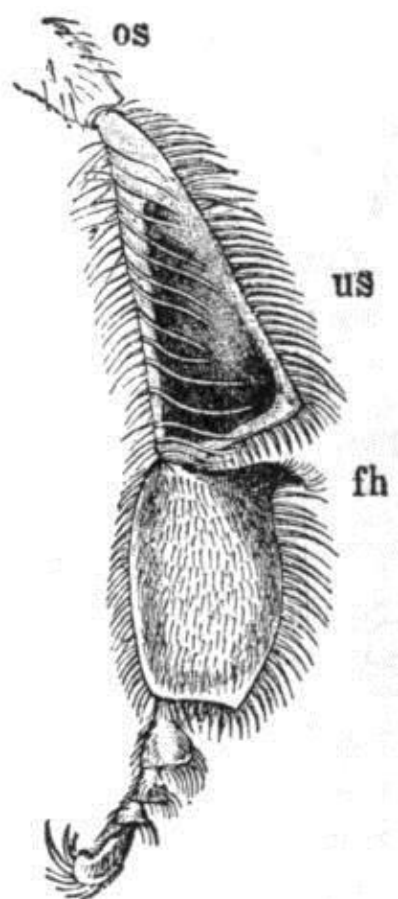


Рис. 152.



Рис. 153.

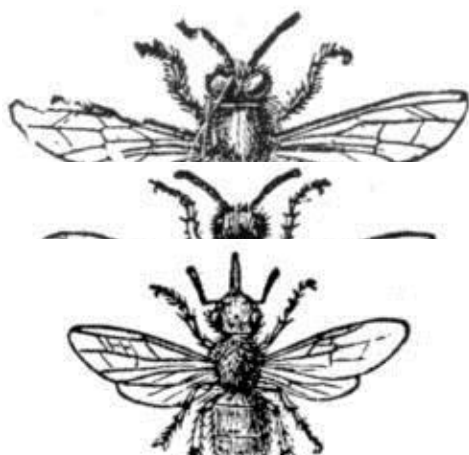


Рис. 154.

Рис. 155.

Рис. 156.

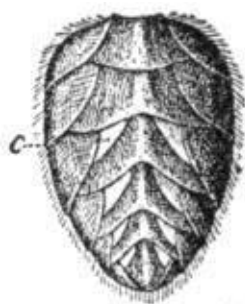


Рис. 157.

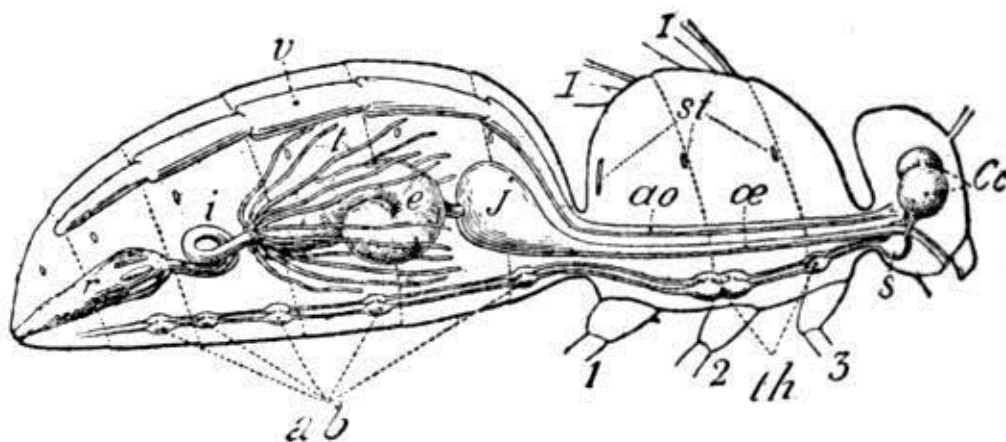


Рис. 158. Анатомия пчелы.

[Рис. 149-161](#). Иллюстрированное исследование пчел и их родственников. Голова рабочей пчелы ([рис. 149](#)): *o* — верхняя губа; *ok* — жевательные челюсти; *uk* — хватательные челюсти; *kt* — челюстной палец; *lt* — губной палец; *z* — язык.

Чем отличаются головы трутня (150) и матки (151) по форме рта, размеру сложных глаз, размеру и расположению простых глаз? Голова рабочей больше похожа на голову трутня или на голову матки? Судя по голове, кто из изображенных на [рис. 154-156](#) является маткой, кто — трутнем, а кто — рабочей? Кто из них самый большой? Самый маленький? Самый широкий?

На [рисунке 152](#) показана задняя нога рабочей пчелы. Что окружает углубление *us*, которое служит корзиночкой для пыльцы? Точка *fh* — это инструмент для удаления воска, который выделяется (с, [рис. 157](#)) между кольцами на брюшке. На [рис. 158](#) найдите относительное расположение сердца *v*, пищевого трубочка и нервной цепи. Находится ли зуб *J* в грудной клетке или брюшке? В нем нектар превращается в мед, чтобы он не испортился. Сравните нервную цепь на [рис. 132](#).

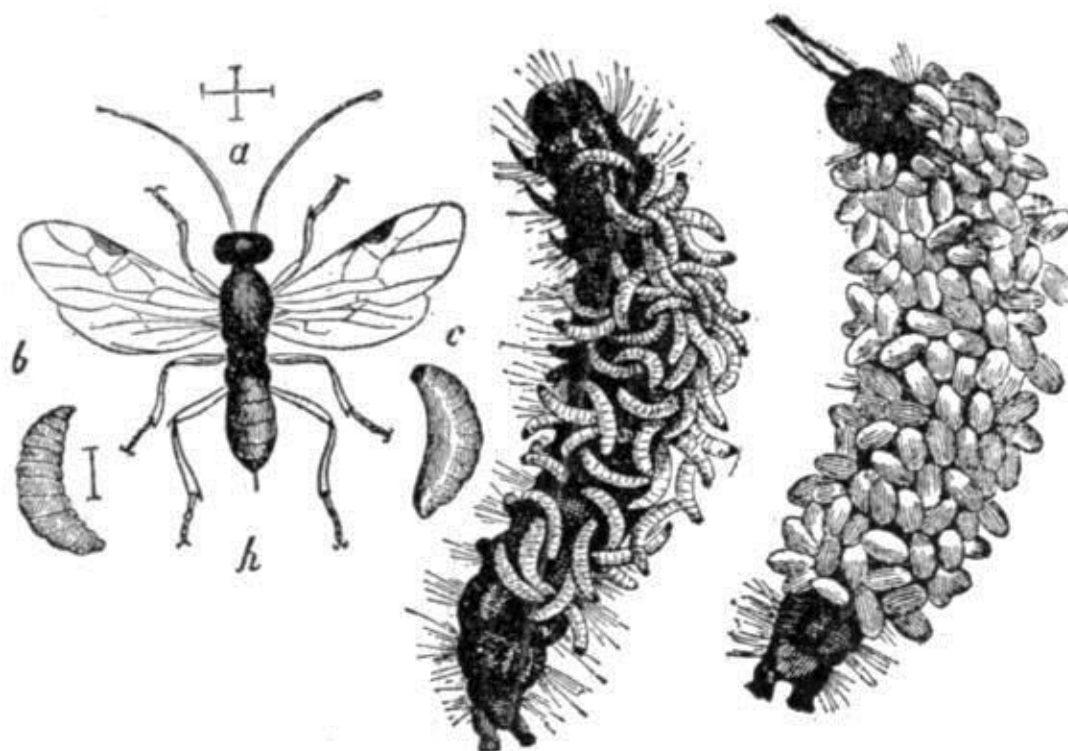


Рис. 159. — Ихневмона.



Рис. 160.

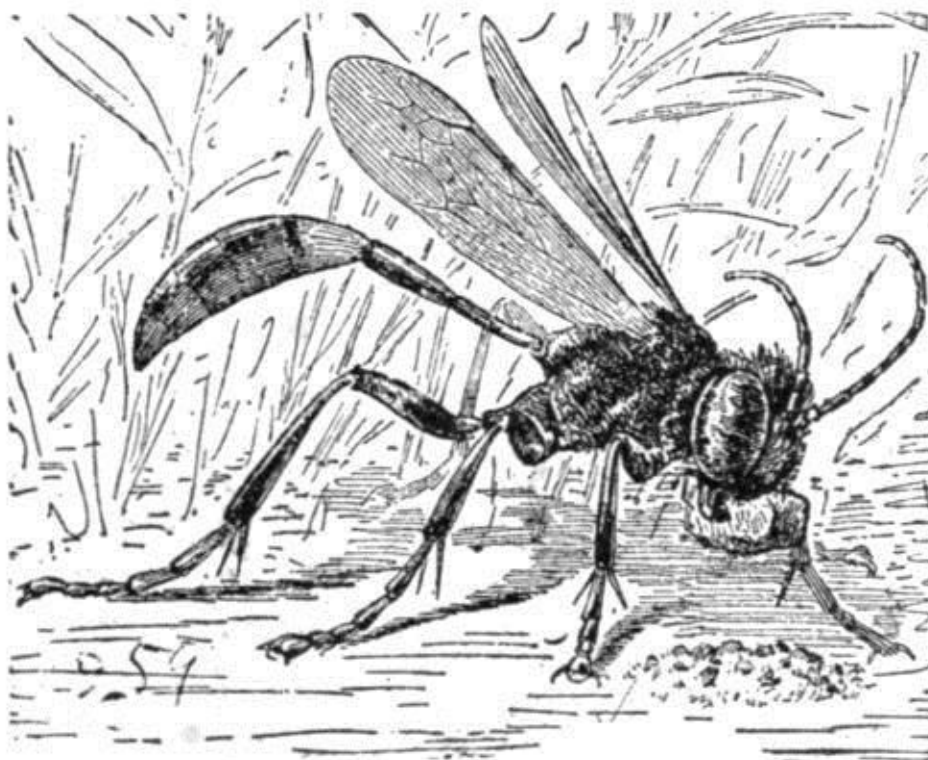


Рис. 161. Оса, использующая камушек.

Из книги Пекхэма «Одиночные осы», Houghton, Mifflin & Co.

Сравните ячейки *шмеля* ([рис. 153](#)) с ячейками пчелы. Они отличаются не только формой, но и материалом, из которого они сделаны: паутиной вместо воска, и обычно содержат личинок вместо меда. Только несколько королей среди шмелей и ос переживают зиму. Как муравьи и медовые пчелы обеспечивают выживание рабочих в зимний период? Назовите всех социальных насекомых, которые вам известны. Все ли они принадлежат к одному и тому же отряду?

Муха-ихневмон, увеличенная на [рис. 159](#), откладывает яйца под кожей гусеницы. Что происходит с яйцами? Истинный размер насекомого показан перекрещивающимися линиями в точке а. Яйца имеют почти микроскопический размер. Куколки, показанные (в истинном размере) на гусенице, иногда принимают за яйца. Такая же ошибка допускается в отношении коконов муравьев. Ихневмоны также используют древоточцев в качестве «хозяев» для своих яиц и личинок. Является ли это насекомое другом человека?

Копаящая оса ([рис. 160](#) и [161](#)) снабжает своих личинок гусеницами и закрывает отверстие, иногда используя камень в качестве инструмента для забивания. Среди немногих других примеров использования инструментов низшими животными можно назвать использование слонем ветки в качестве мухобойки и использование обезьяной трости. Эта оса роет передними лапками, как собака, и отбрасывает грязь задними лапками.

Крылья пчел и ос имеют более или менее плотное жилкование, чем крылья стрекоз? ([Рис. 177.](#)) Интересный рассказ о отряде «соединенных крыльев» (пчелы и их родственники) см. в книге Комстока «Пути шестиногих», Ginn & Co.

Иллюстрированное исследование жуков.

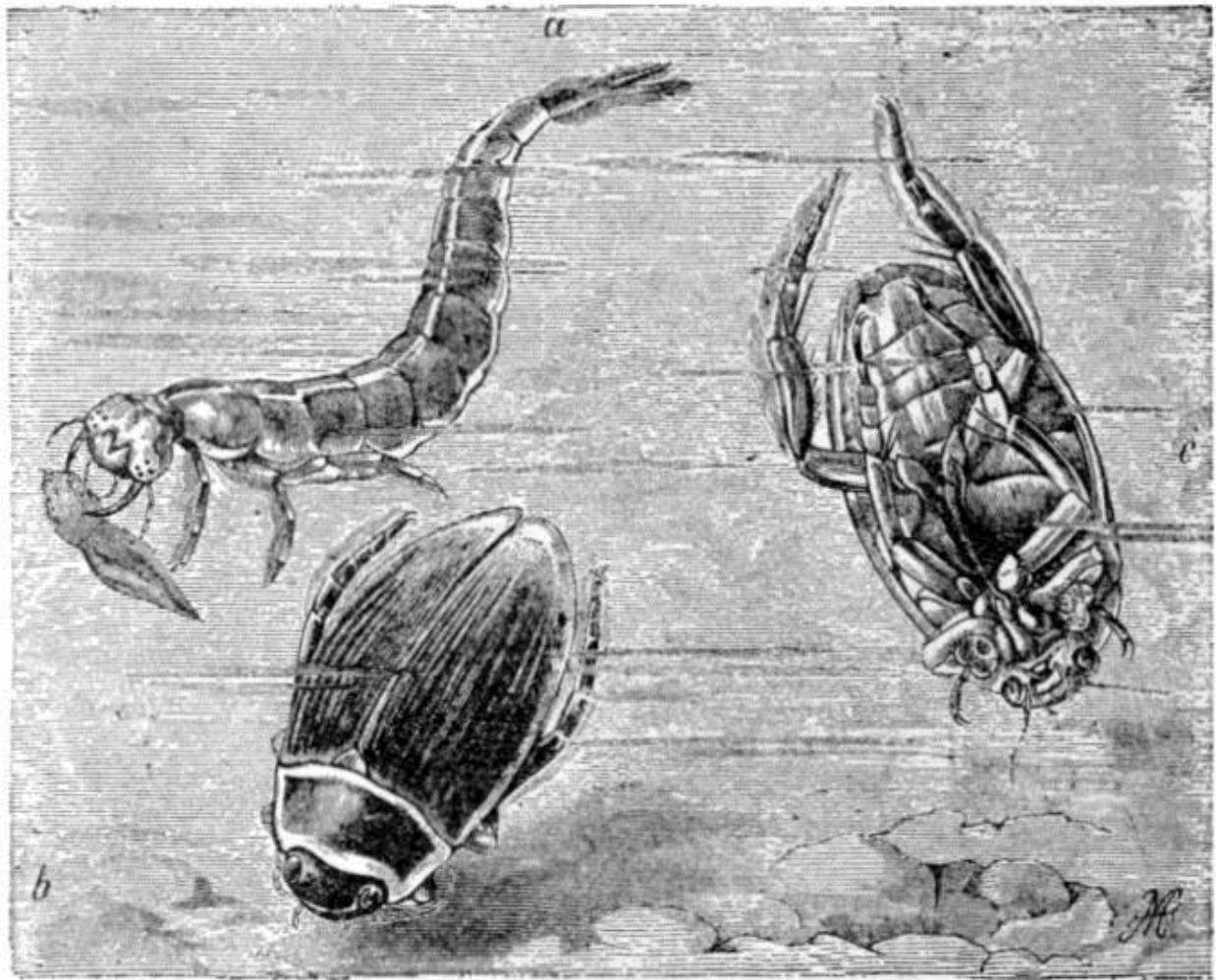


Рис. 162. — Водоплавающий жук (*Dysticus*) с личинкой, а.

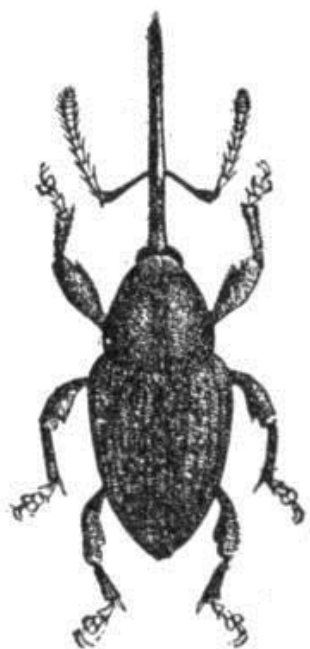


Рис. 163. — Долгоносик.



Рис. 164.

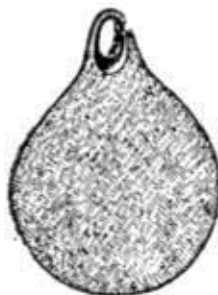


Рис. 165.

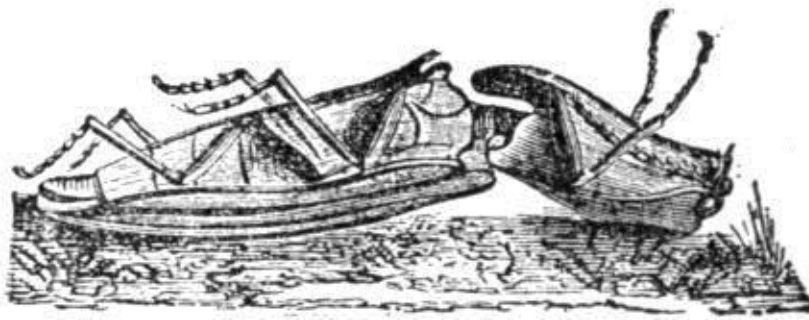


Рис. 166. — Жук-щелкун.

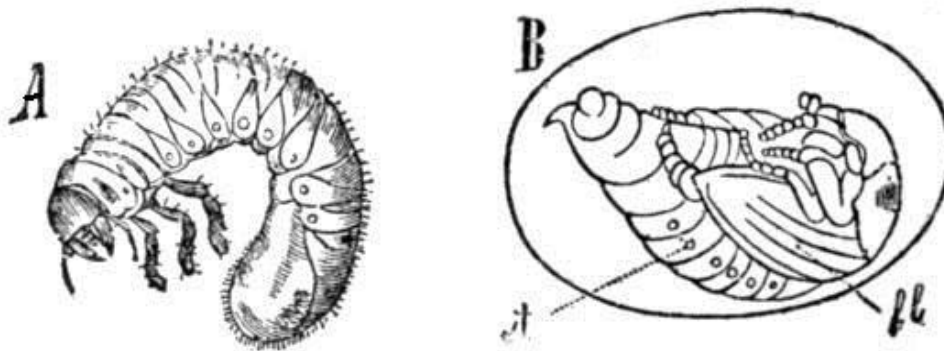


Рис. 167. — Майский жук.

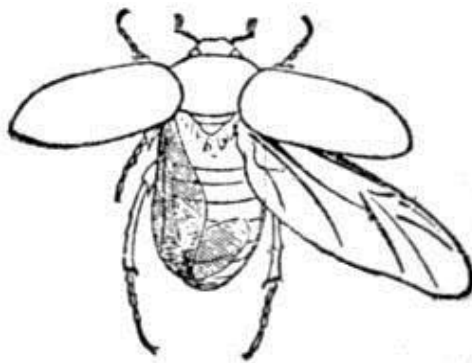


Рис. 168.

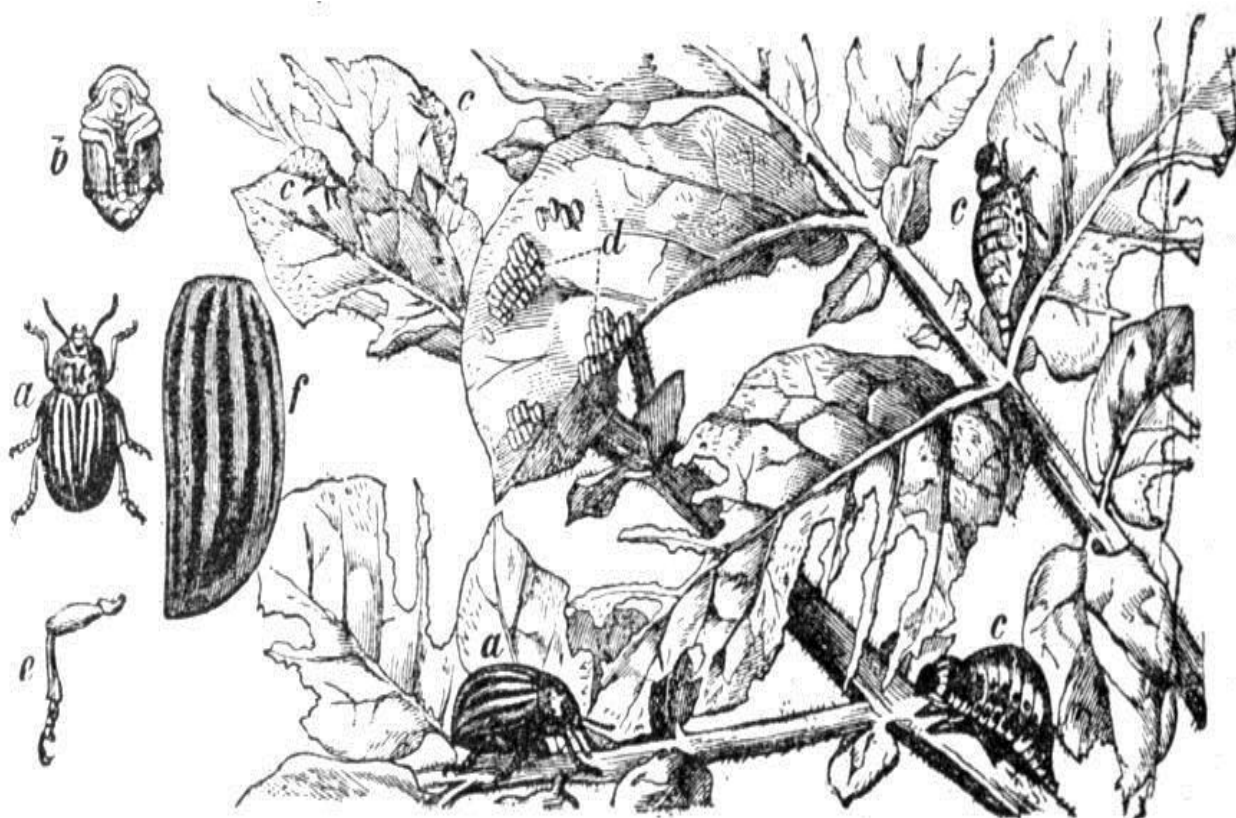


Рис. 169. — Колорадский жук (картофельный жук).

Иллюстрированное исследование жуков ([рис. 162-169](#)). — Напишите историю жизни *колорадского жука*, или *картофельного жука* ([рис. 169](#)), указав, где откладываются яйца, и описав форму и деятельность на каждой стадии (стадия куколки, *b*, проходит в земле).

Сделайте то же самое для *майского жука* ([рис. 167-168](#)). (Он находится в стадии личинки — белого червя — в течение трех лет; свиньи выкапывают их). Жуков, как и мотыльков, можно ловить с помощью фонаря, установленного над ведром с водой.

Где *скарабей*, или священный жук египтян, также называемый кузнечиком ([рис. 164](#)), откладывает яйца ([рис. 165](#))? Почему?

Как *жук-шелкунчик* ([рис. 166](#)) подбрасывает себя в воздух? С какой целью?

Большой хоботок *долгоносика* ([рис. 163](#)) используется для проделывания отверстия, в которое откладывается яйцо в зерне кукурузы, хлопковом коробочке, желуде, каштане, сливе и т. д.

Как ноги и тело *водоплавающего жука* приспособлены для плавания ([рис. 162](#))? Опишите его личинку.

Какова форма божьей коровки ([рис. 97](#))? Она питается тлей ([рис. 185](#)). Есть ли жуки, приносящие пользу человеку?

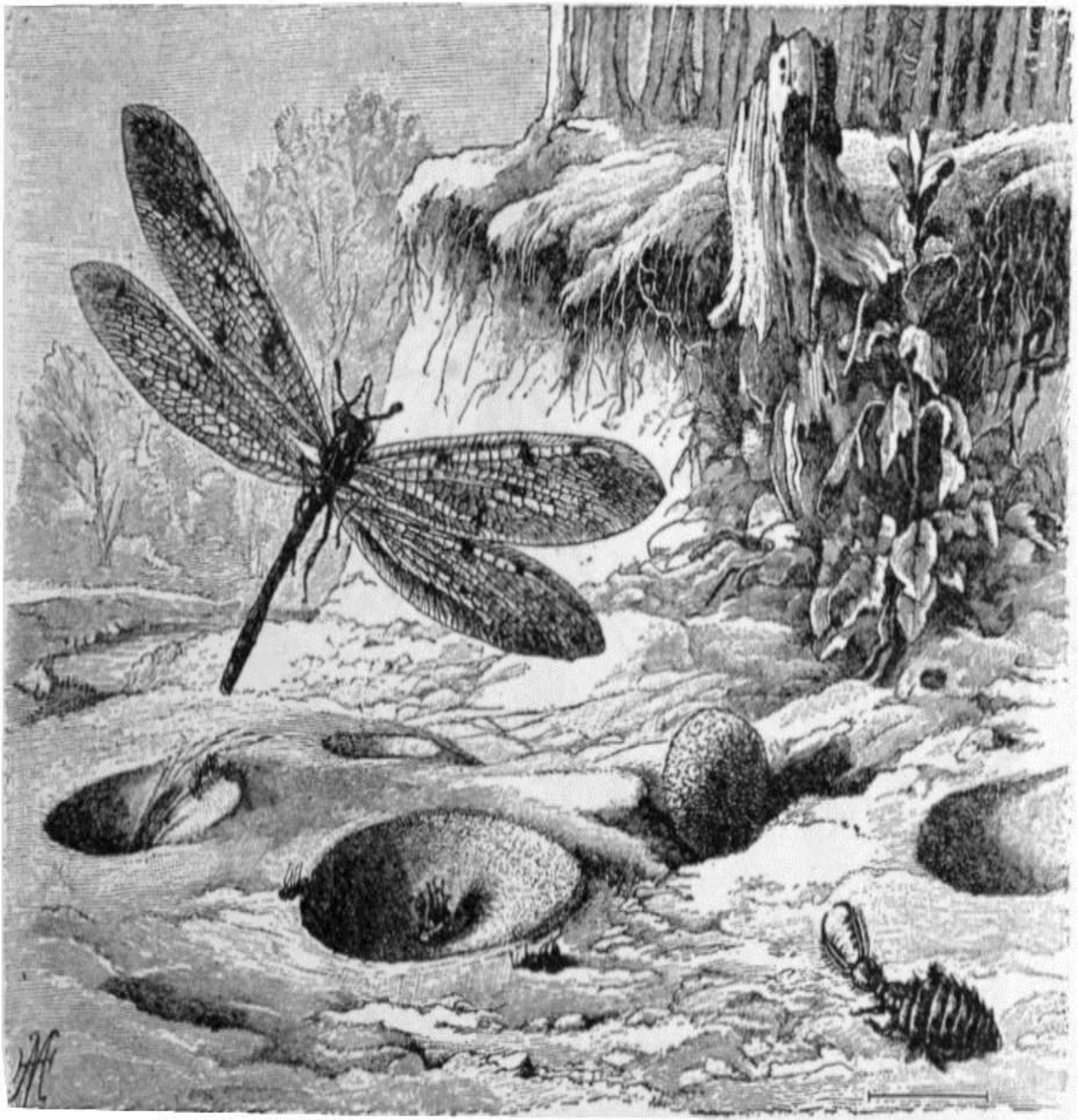


Рис. 170. — Жизненный цикл муравьиного льва.

Иллюстрированное исследование муравьиного льва, или жука-червяка (рис. 170). Найдите яму (какой формы?); личинку (опишите ее); кокон (шарик, покрытый паутиной и песком); имаго. Сравните имаго с стрекозой (рис. 177).

Как муравьиный лев не дает муравью выбраться из ямы (см. рис. 170)? Что находится на краю ближайшей ямы? Объясните.

Муравьиных львов можно держать в коробке, наполовину заполненной песком, и кормить муравьями. Как выкапывается яма? Какую часть муравья съедают? Как удаляется неиспользованная пища?

Как долго она находится в личиночном состоянии? В стадии куколки? Держите сетку над коробкой, чтобы взрослая особь не улетела, когда она появится.

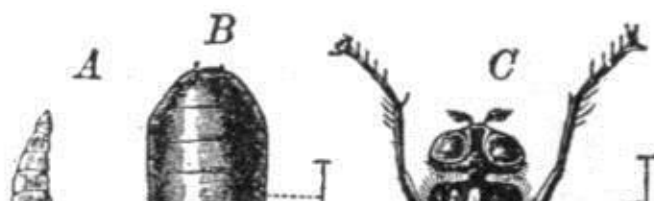


Рис. 171.

Рис. 172. — Метаморфоз домашней мухи (увеличенный).

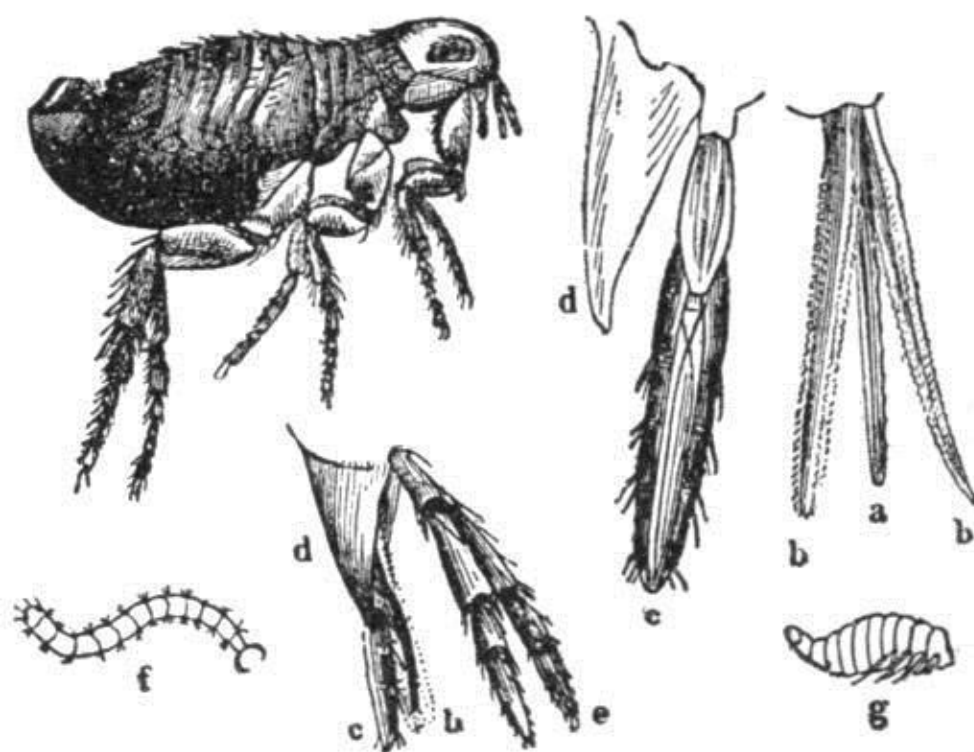


Рис. 173. — Метаморфоза блохи.

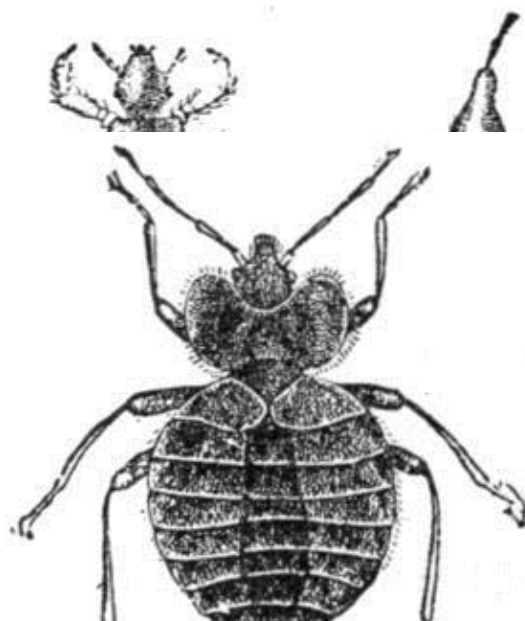


Рис. 174. — Вша.

Рис. 175. Клоп. × 5.

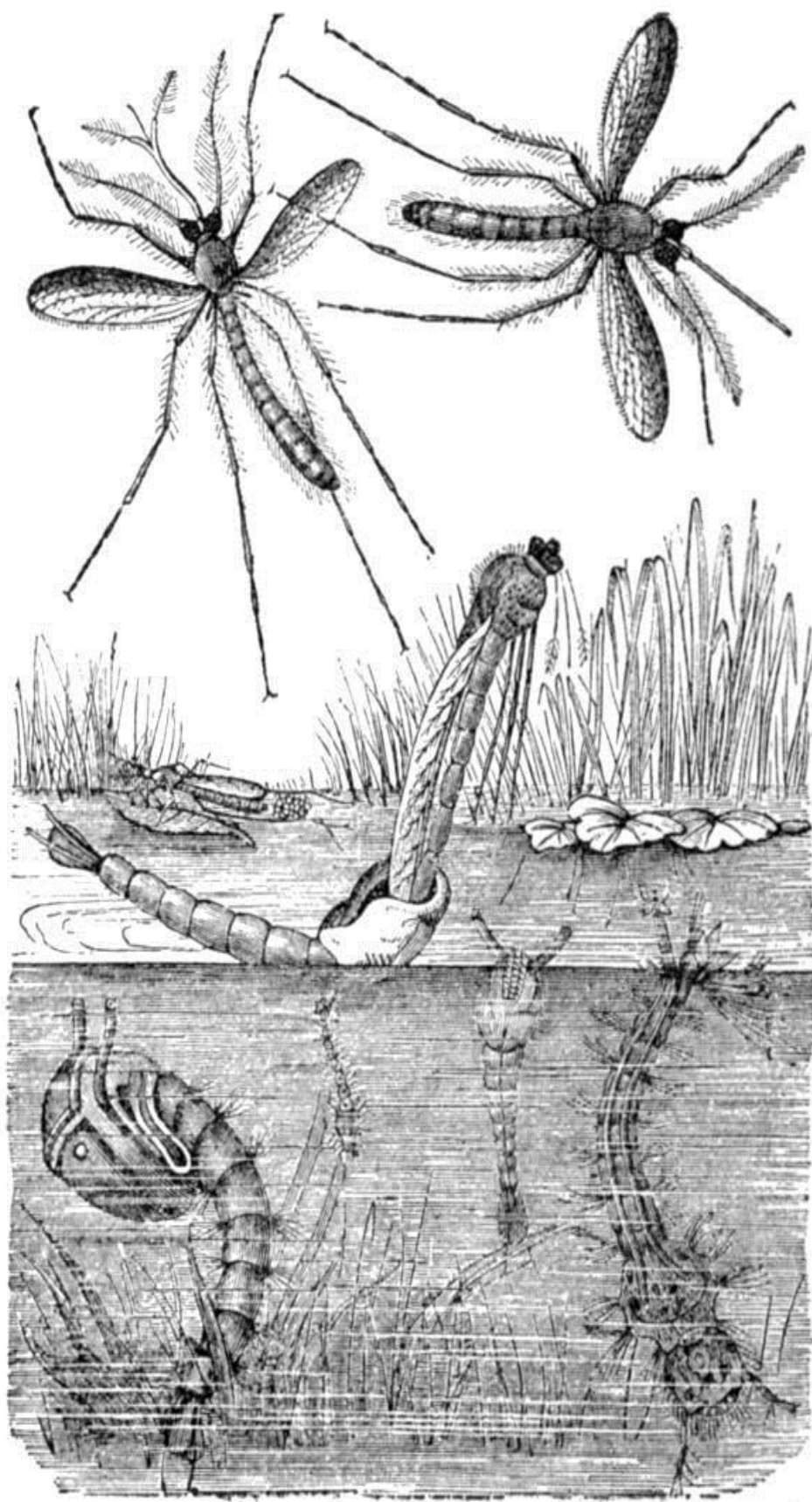


Рис. 176. — Жизненный цикл комара.

Иллюстрированное исследование насекомых-вредителей (рис. 171-176). — Почему *моль* (171) откладывает яйца на шерстяную одежду? Как личинка скрывается? Личинка может прогрызть бумагу и хлопок, но хранение одежды в бумажных или хлопковых мешках защищает ее. Объясните.

Домашняя муха питается жидкими сладостями. Она откладывает яйца в лошадиный навоз. Опишите формы ее личинки и куколки. Какой положительный эффект дало бы изгнание лошадей из города?

Опишите *вшу* и ее яйца, которые [показаны](#) прикрепленными к волосу, в натуральную величину и в увеличенном виде.

Опишите *постельного клопа*. Бензин, вылитый в щели, убивает постельных клопов. Постельные клопы кусают или сосут? Почему они не имеют крыльев?

Опишите личинку, *f*, куколку, *g*, и взрослую *блоху*, все [показаны](#) в увеличенном виде. Ее челюсти, *b, b*, используются для прокалывания. Чтобы убить блох, полностью намыльте собаку или кошку и оставьте пену на пять минут перед смыванием. Яйца откладываются и первые стадии проходят в земле.

Как *комар* откладывает яйца в воду, не утонув (176)? Почему яйца всегда откладываются в стоячей воде? Какая часть личинки (*wiggletail*) удерживается на поверхности при дыхании? Какая часть куколки (называемая *tumbler* или *bull head*) удерживается на поверхности при дыхании? Назовите различия между личинкой и куколкой. Где куколка превращается в полноценное насекомое? Опишите ротовые органы самца комара ([слева](#)) и самки ([справа](#)). Только самки комаров питаются кровью. Самцы питаются соком растений. Малярийный комар садится с задней частью тела, поднятой под углом. Рисунок см. в главе X книги «Биология человека». Почему убийство рыб и лягушек приводит к увеличению количества комаров? 1 унция керосина на 15 футов поверхности воды, обновляемая ежемесячно, предотвращает появление комаров.

Зачем кукушкиному жуку ([рис. 184](#)) такой неприятный запах?

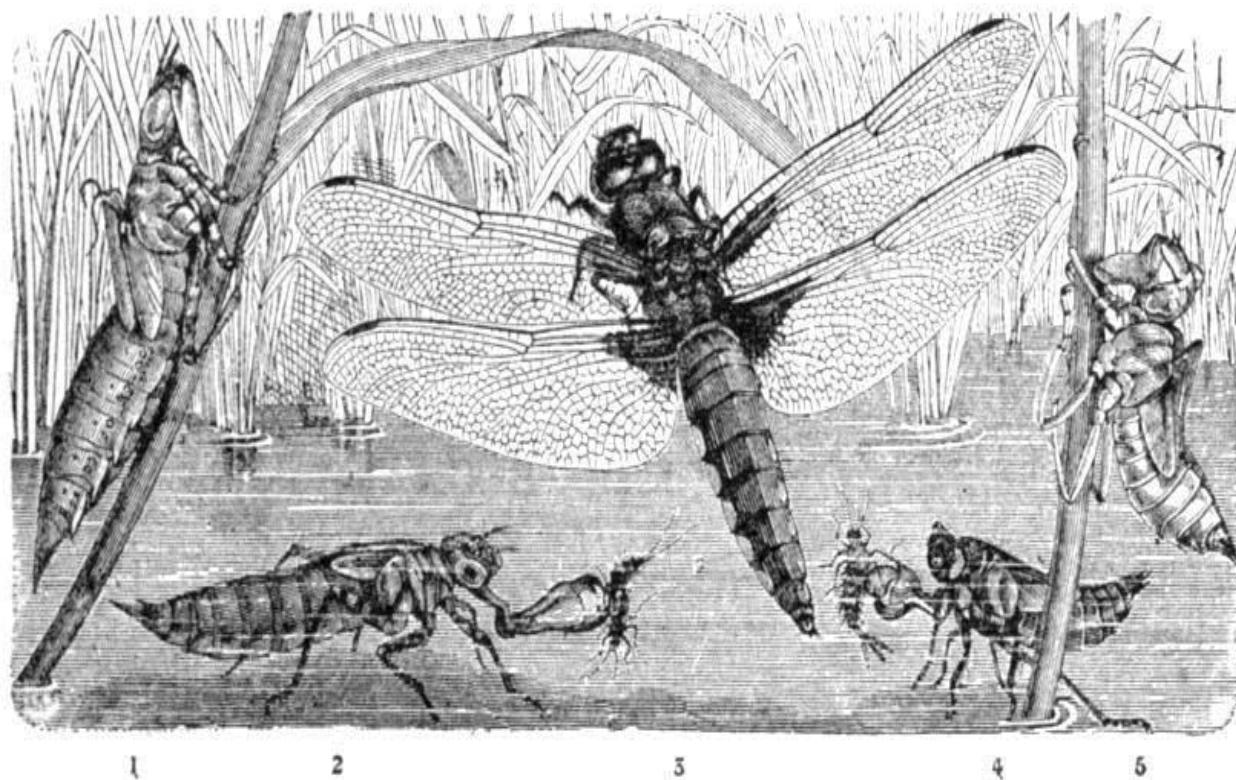


Рис. 177.

Рис. 177. Иллюстрированное исследование стрекозы. — 3 показывает стрекозу, откладывающую яйца в воду, находясь в равновесии на крыльях. Опишите форму личинки (водяной тигр). Растяжимые клешни — это увеличенные максиллы. Куколка (1) активна и живет в воде. Где происходит превращение во взрослое насекомое (5)? Почему глаза взрослого насекомого большие, а ноги маленькие? Сравните передние и задние крылья.

Соприкасаются ли глаза друг с другом? Почему длинное брюшко полезно при полете? Почему длинные щупальца бесполезны? В какой период развития стрекозы она подвергается наибольшей опасности? Какое другое подходящее название имеет это насекомое? Почему мы никогда не должны убивать стрекоз?



Рис. 178. Тарантул.



Рис. 179. Паук-ловушка.

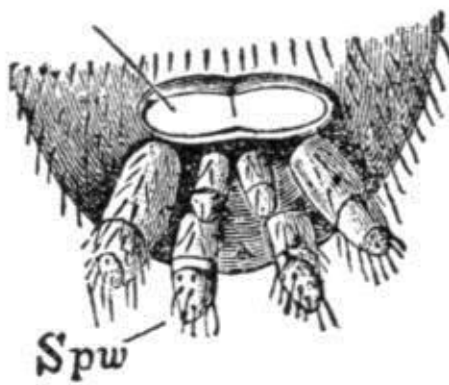
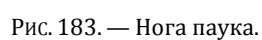
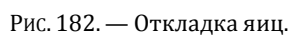


Рис. 180.



Иллюстрированное исследование пауков (рис. 178-183).—Тарантул, как и большинство пауков, имеет восемь простых глаз (никаких сложных). Найдите их (рис. 178). Чем отличаются пауки и насекомые по строению тела? По количеству ног? У кого больше суставов на ногах? Держит ли паук-люк дверцу закрытой (рис. 179)? Сколько пар паутинных желез для плетения паутины имеет паук (*Spw*, 180)? Сколько коготков на лапке паука? Сколько гребешков на коготках для удержания паутины? Пауки плетут кокон для хранения яиц. Из какой части брюшка откладываются яйца (Е, 182; 2, 181)? Найдите у

паука воздушные мешки, *lu*, [рис. 181](#); органы паутинового аппарата (), *sp*; клык, *kf*; ядовитую железу, *g*; щупальца, *kt*; глаза, *ai*; нервные ганглии, *og*, *ug*; сосательную трубку, *sr*; желудок, *d*; кишечник, *ta*; печень, *le*; сердце, *h*, (черное); клоаку, *a*. Назовите две причины, по которым паук не является насекомым. Как он ставит ноги при каждом шаге ([рис. 110](#))? Размер его нервных ганглиев указывает на высокий или низкий уровень интеллекта? Почему, по вашему мнению, первая часть тела соответствует как голове, так и груди насекомых?



Рис. 184. — Клоп-вонючка.

Следующие бюллетени для фермеров доступны для бесплатного распространения среди заинтересованных лиц Министерством сельского хозяйства США, Вашингтон, округ Колумбия:

Бюллетень фермера № 47, Насекомые, поражающие хлопковые растения; № 59, Пчеловодство; № 70, Основные насекомые-вредители винограда; № 80, Персиковый веточный долгоносик; № 99, Три насекомых-вредителя тенистых деревьев; № 120, Основные насекомые, поражающие табачные растения; № 127, Важные инсектициды; № 132, Основные насекомые-вредители пшеницы; № 145, Двусульфид углерода как инсектицид; № 146, Инсектициды и фунгициды; № 152, переработанное издание, Чесотка у крупного рогатого скота; № 153, Вредители садов на северо-западе Тихого океана; № 155, Влияние насекомых на здоровье в сельских районах; № 159, Чесотка у овец; № 165, Разведение шелкопрядов; № 171, Борьба с яблонной плодовой жоркой; № 172, Щитовки и клещи на цитрусовых деревьях; № 196, Полезность жаб; № 209, Борьба с хлопковым долгоносиком в семенах хлопка и на хлопкоочистительных фабриках; № 211, Использование парижской зелени в борьбе с хлопковым долгоносиком; № 212, Хлопковый червь; № 216, Борьба с хлопковым долгоносиком; № 223, Различные насекомые-вредители хлопка в Техасе; № 247, Борьба с яблонной плодовой жоркой и яблонной паршой.

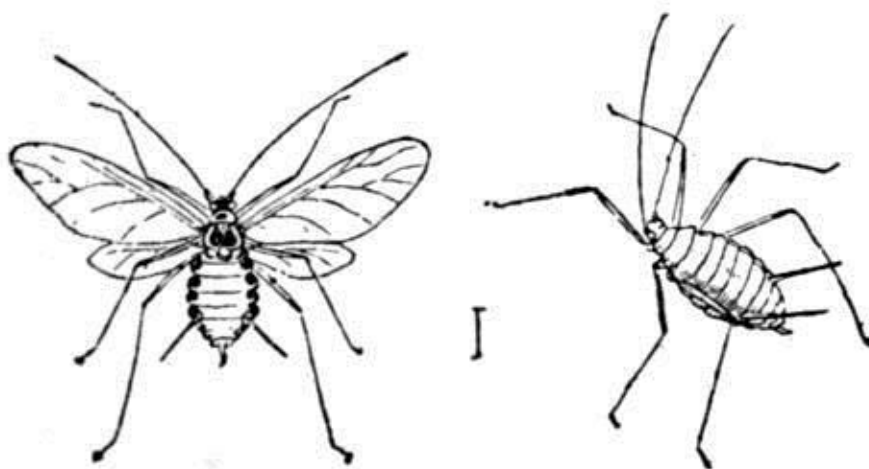


Рис. 185. — Самка тли, с крыльями и без крыльев (увеличенное изображение).

Следующие бюллетени Бюро энтомологии можно получить из того же источника по указанным ценам: Бюллетень № 25 (старая серия), «Вредные саранча», 15 центов; № 1 (новая серия), «Медоносная пчела», 15 центов; № 3, «Щитовка Сан-Хосе», 10 центов; № 4, «Основные домашние насекомые США», 10 центов; № 11, «Цыганская моль в Америке», 5 центов; № 14, «Периодическая цикада ()», 15 центов; № 15, «Chinch Bug» (Клоп-щитоноска), 10 центов; № 16, «The Hessian Fly» (Гессенская муха), 10 центов; № 19, 23 и 33, «Insects Injurious to Vegetables» (Насекомые, вредные для овощей), 10 центов каждый; № 25, «Notes on Mosquitoes of the U. S.» (Заметки о комарах США), 10 центов; № 42, Некоторые насекомые, поражающие стебли растущей пшеницы, ржи, ячменя и овса, 5 центов; № 50, Хлопковый червь, 25 центов; № 51, Мексиканский долгоносик, 25 центов.

Бюро растениеводства — Бюллетень № 88, Приспособления хлопкового растения к борьбе с долгоносиком, 10 центов. В нем дается поучительный отчет о борьбе растения за свое существование против насекомого-врага.

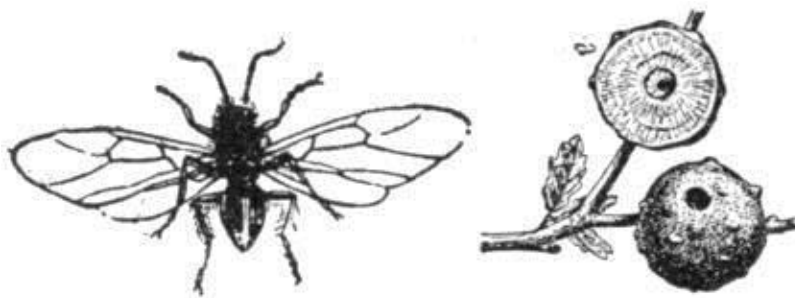


Рис. 186. — Желтоглазая муха (увеличенная) и дубовый галл с личинкой, а также галл, из которого вылетело развитое насекомое.

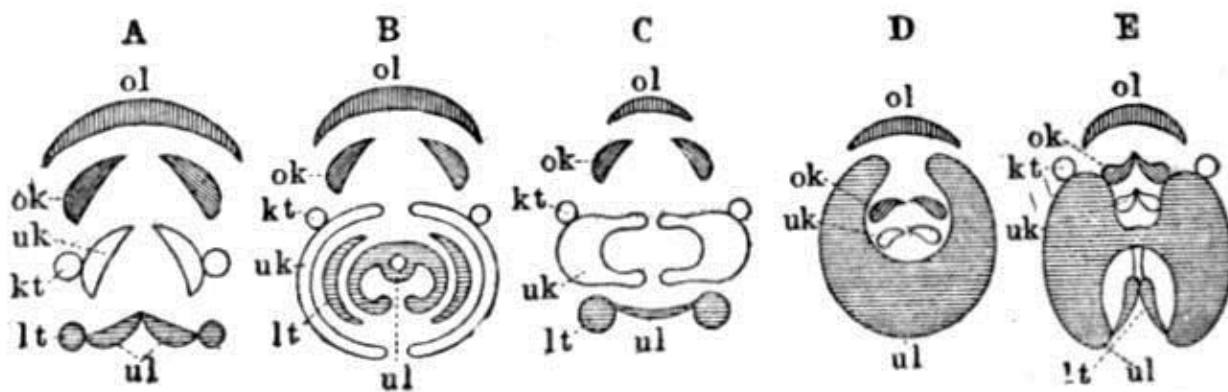
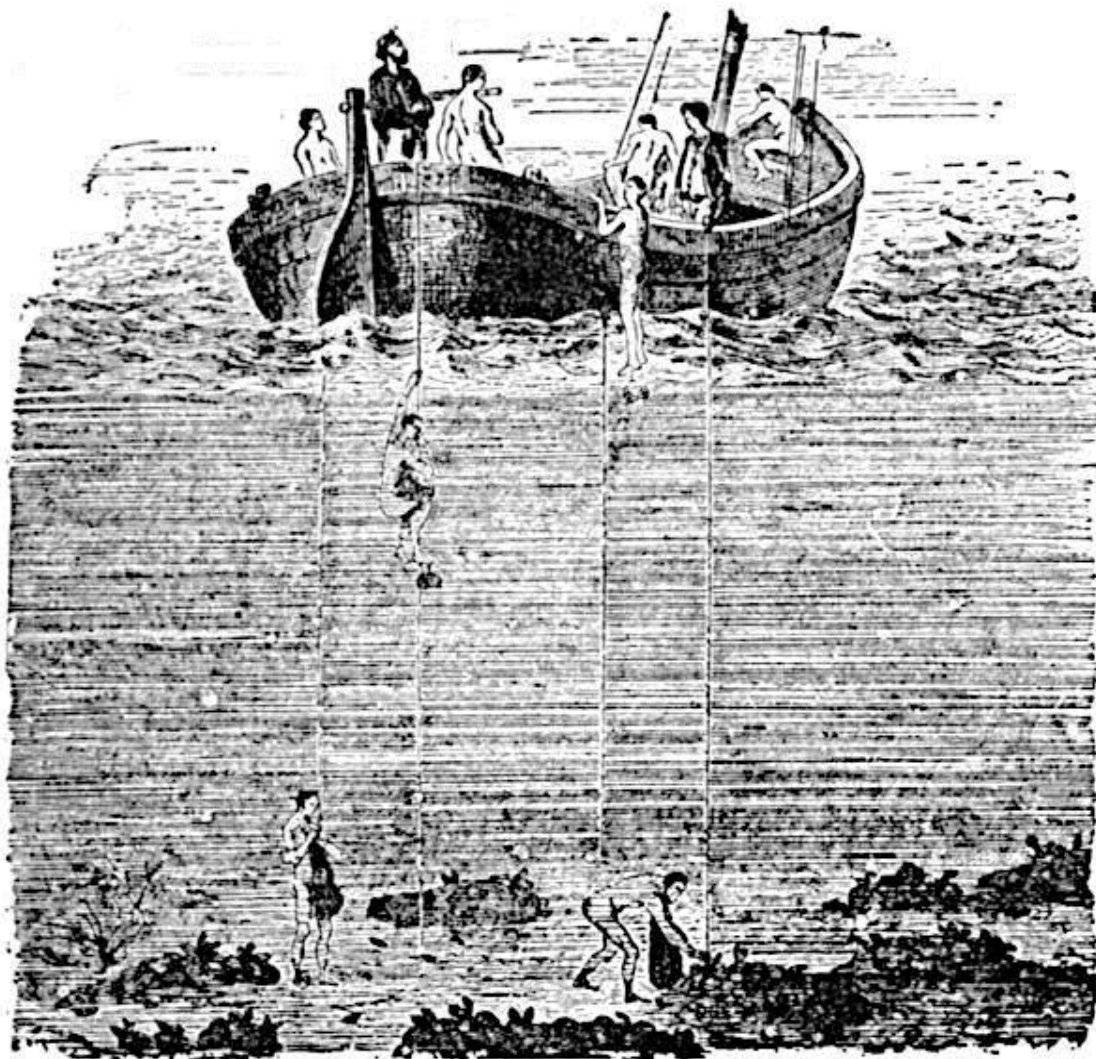


Рис. 187. Схема строения ротового аппарата насекомых. *A* — прямые крылья, нервные крылья, ложные нервные крылья; *B* — соединенные крылья; *C* — чешуйчатые крылья; *D* — полукрылья; *E* — два крыла.

ol, верхняя губа; *ok*, кусающие челюсти; *uk*, удерживающие челюсти; *ul*, нижняя губа; *kt*, пальцы челюстей; *lt*, пальцы губ.





Жемчужники.

ГЛАВА IX

МОЛЛЮСКИ

ПРЕСНОВОДНАЯ МИДИЯ

Рекомендации. Ракушки обычно легко добыть в реках и озерах с помощью граблей или драг. В городах на рынках продаются моллюски с твердой раковиной, или квахоги, и следующие описания применимы к анодонам, унио или квахогам, с небольшими изменениями в отношении сифонов. Мидии можно долго хранить живыми в ванне с песком на дне. Для изучения следует иметь под рукой пары раковин.

Внешние особенности. Раковина имеет удлинённую овальную форму, более широкую и тупую на одном конце ([рис. 188](#)). Почему животное закрывает раковину? Открывает ли оно раковину? Почему? Выдвигает ли оно ногу вперед и тянет к себе, или выдвигает ногу назад и толкает? (У мидий и моллюсков нет костей.) Идет ли оно тупым или более заостренным концом раковины вперед? ([Рис. 188.](#)) Может ли мидия плавать? Почему да или почему нет?

Положите раковины, соединенные друг с другом, на ладонь так, чтобы *шарнирная сторона была от вас, а тупой конец — слева (рис. 188)*. Какая раковина — правая или левая — находится сверху? Какая сторона — верхняя, или спинная? Какой конец — передний, или передний? Прямой край находится вверху или внизу? Наше слово «клапан» происходит от слова, означающего раковину, потому что римляне использовали раковины в качестве клапанов в насосах. Мидия — одностворчатая или двустворчатая? К какому типу относится устрица? А улитка?

Имеет ли мидия *двустороннюю симметрию*? Можете ли вы найти *роговое покрытие*, или эпидермис, на известковой раковине свежего экземпляра? Зачем оно нужно? Растворяет ли вода известь? Роговое вещество? Найдите обнаженное место. Кажется ли, что там отсутствует часть раковины?

Голый выступ на каждой раковине называется *умбоном*. Умбон находится ближе к вентральной или дорсальной линии? К заднему или переднему концу? Поверхность умбонов изношена? Умбоны трутся о песок, когда мидия прокладывает себе путь? Как раковины держатся вместе? Где прикреплена *связка*? (Рис. 189.) Находится ли она напротив умбонов или ближе к передней или задней части? (Рис. 189.) Связка состоит из того же материала, что и раковина? Связка находится в сжатом состоянии, когда раковина открыта или закрыта? (Рис. 189.) Когда мышца расслаблена?



Рис. 188. — ANODON, или пресноводная мидия.

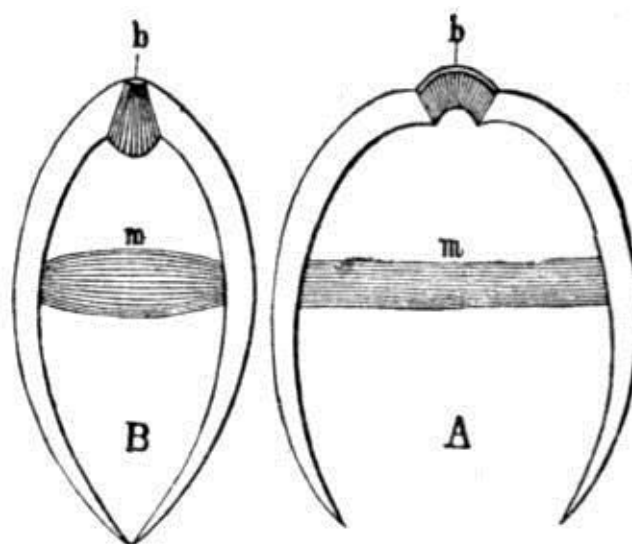


Рис. 189. СХЕМА РАКОВИНЫ в открытом и закрытом состоянии с указанием мышцы *m* и связки *b*.

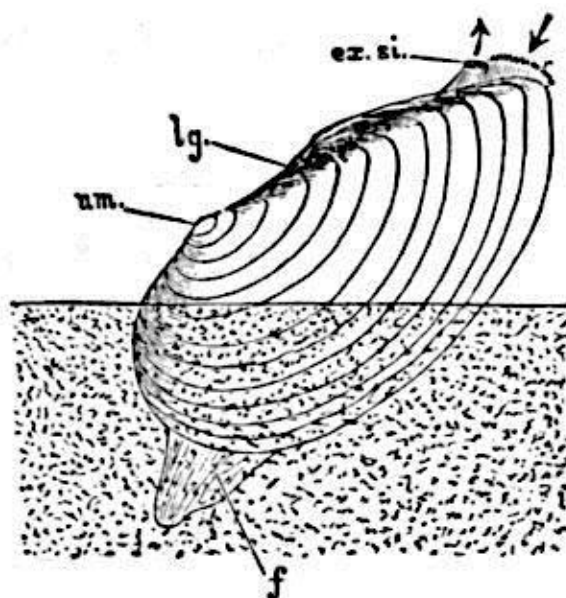


Рис. 190. — РАКУШКА, ползущая по песку.

Обратите внимание на *линии* на внешней стороне раковины ([рис. 188](#) и [190](#)). Какую точку они окружают? Это *линии роста*. Была ли каждая линия когда-то краем раковины? Если бы раковина увеличилась в размерах, что стало бы с нынешним краем? ([Рис. 191.](#)) Рост происходит только на краю? Стала ли раковина толще по мере увеличения размеров? Где она самая тонкая?

Нарисуйте внешнюю часть раковины сбоку. Нарисуйте вид сзади. Под рисунками напишите названия краев раковины ([стр. 98](#)) и других изученных частей, используя линии для обозначения их расположения.

Изучите поверхность раковины изнутри и снаружи. Внутренняя часть называется *перламутром*. Она состоит из извести? Более глубокий слой раковины состоит из извести? (Когда слабая соляная кислота или крепкий уксус попадают на известковые вещества, выделяется газ, углекислый газ, в виде пузырьков.) Сравните толщину *эпидермального слоя*, среднего *мелового слоя* и внутреннего *перламутрового слоя*.

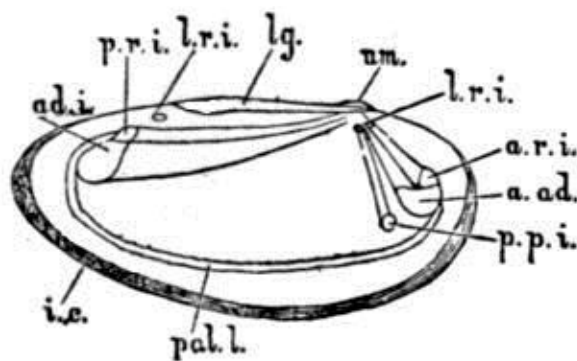


Рис. 191. ДИАГРАММА. Изменение точек прикрепления мышц по мере увеличения размера мидии. (Морган.)

Анатомия мидии. — Какие части в любой момент времени выступают за край раковины? (Рис. 190.) Раковина выделяется двумя складками внешнего слоя мягкого тела мидии. Эти большие складки, похожие на лоскуты, свисают с каждой стороны и называются *мантией*. Два больших лоскута мантии свисают ниже, чем остальная часть тела, и выстилают выделяемую ею раковину (рис. 192). Эпидермис мантии выделяет раковину так же, как эпидермис рака выделяет его панцирь. Можете ли вы найти линию паллиума, или линию, до которой мантия простиралась на каждой раковине, когда животное было живым? Свободная часть мантии простиралась как бахрома ниже линии паллиума.

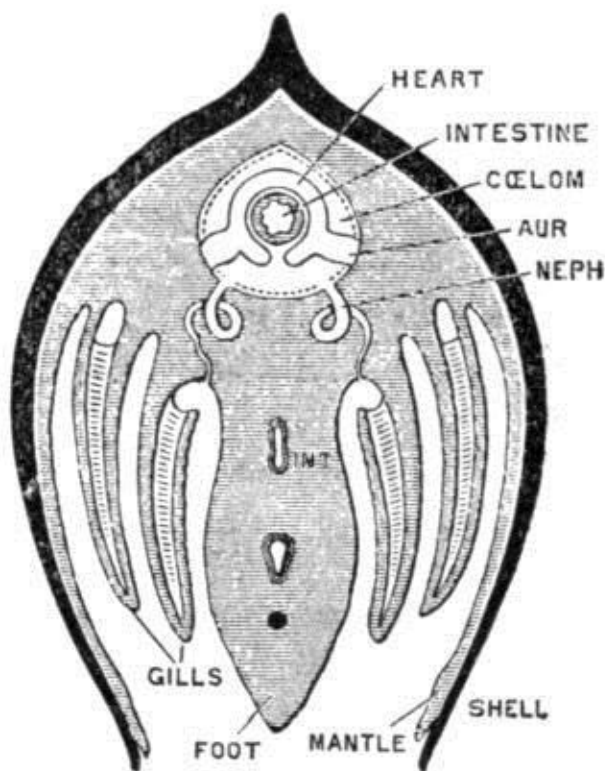


Рис. 192. — ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ МИДИИ. (Схема по Паркеру.)

Раковины удерживались вместе двумя большими *приводящими мышцами*. Передняя приводящая мышца (рис. 193) находится ближе к переднему концу, над ногой. Задняя приводящая мышца находится ближе к заднему концу, но не так близко, как передняя. Можете ли вы найти оба *рубца мышц* на раковинах? Они ближе к брюшной или спинной поверхности? Точки прикрепления смещались вниз и дальше друг от друга по мере роста животного (см. рис. 191). Выше крупных рубцов находятся небольшие рубцы или вмятины,

где прикреплялись мышцы-протрактора и ретрактора, которые вытягивают и втягивают ногу.

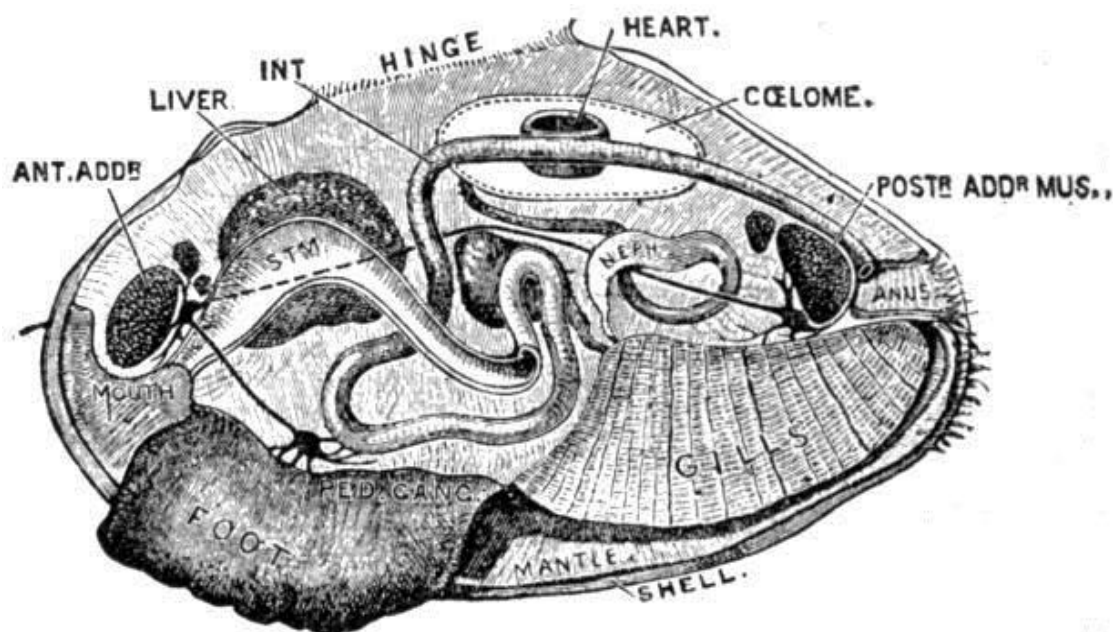


Рис. 193. Анатомия мидии. (Бэдард.)

Мускулистая *нога* простирается вниз посередине, на полпути между раковинами ([рис. 193](#)). По обеим сторонам ноги и позади нее свисают две пары **жабр**, внешняя и внутренняя ([рис. 192](#)). Их можно сравнить с четырьмя V-образными желобами, боковые стороны которых покрыты отверстиями. Вода поступает в желоба через отверстия и переливается сверху. Есть ли заметная разница в размерах двух пар жабр? Своего рода камера для жабр () образуется в результате соединения лопастей мантии внизу, вдоль вентральной линии. Края мантии разделены в двух местах, образуя отверстия, называемые *выдыхающим* и *вдыхающим сифонами*.

Пресная вода с кислородом, проталкиваемая *ресничками* у отверстия и на жабрах, поступает через нижний или вдыхательный сифон, проходит между жабрами и поступает в верхний проход, покидая жаберную камеру через щель, которая отделяет жабры от ноги. Этот проход обозначен стрелкой ([рис. 194](#)). Движение воды противоположно направлению стрелки. После движения вверх и назад вода выходит через выдыхательный сифон. Первоначально жабры состояли из большого количества нитей. Сейчас они соединены, но не полностью, и жабры по-прежнему имеют перфорированную или решетчатую структуру. Таким образом, они представляют собой большую поверхность для поглощения кислорода из воды.

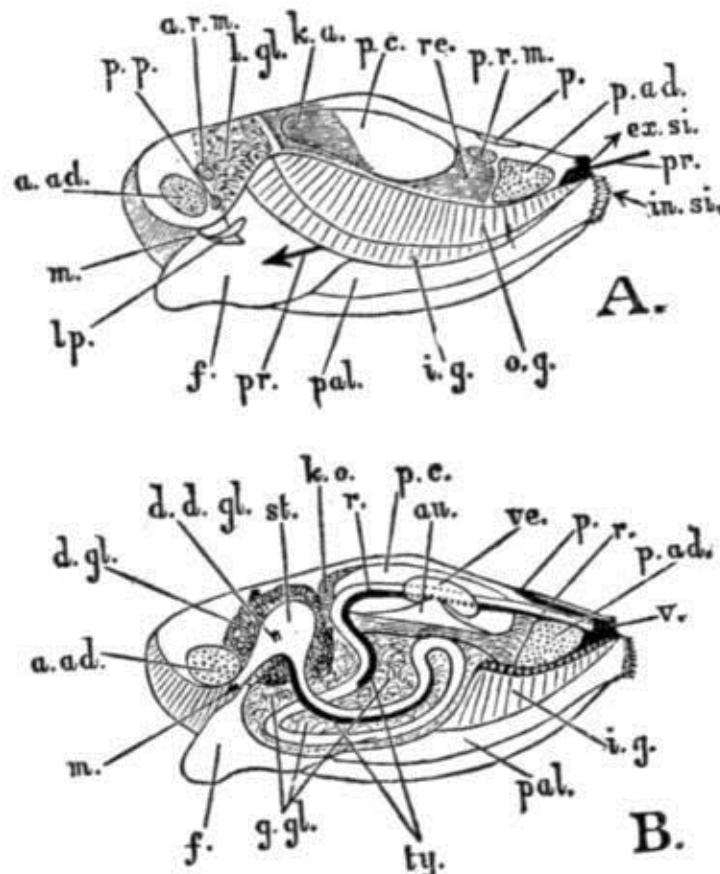


Рис. 194. — Мидия.

А, левая раковина и мантийная заслонка удалены.

В, разрез по телу.

Вопрос: Ориентируясь по другим рисункам, определите части, к которым проведены линии.

Рот находится перед ногой, между ней и передней приводящей мышцей ([рис. 194](#)). По обеим сторонам рта находятся *губные щупальца*, которые являются боковыми губами ([рис. 195](#)). Они имеют реснички, которые доставляют пищу в рот после того, как всасывающий сифон пропускает пищу мимо жаберной камеры и приближает ее к рту. Таким образом, пища и кислород поступают через всасывающий сифон. Нога находится в положении нижней губы, и если рассматривать ее как сильно вытянутую нижнюю губу, то можно сказать, что животное имеет то, что для нас является абсурдной привычкой использовать нижнюю губу в качестве ноги. Иногда нога называется топорообразной ([рис. 195](#)). Видите ли вы какое-либо сходство? Нога проникает глубоко или неглубоко в песок? ([Рис. 190.](#)) Почему да или почему нет?

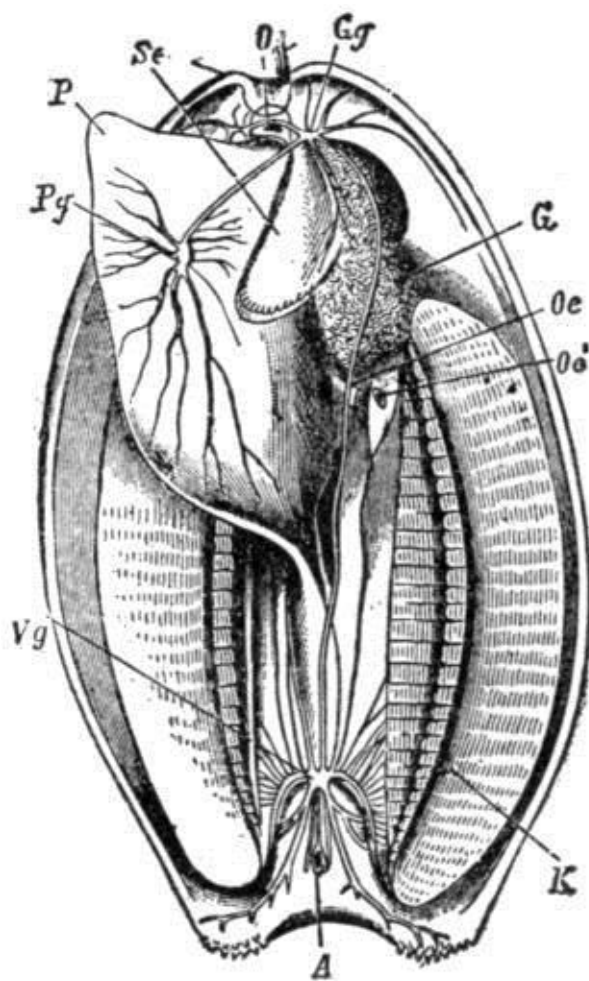


Рис. 195. — Мидия. Снизу. Ровный разрез по обеим раковинам.

Se, щупальце; *P*, нога; *O*, рот; *G*, печень; *Gg*, *Vg*, *Pg*, ганглии.

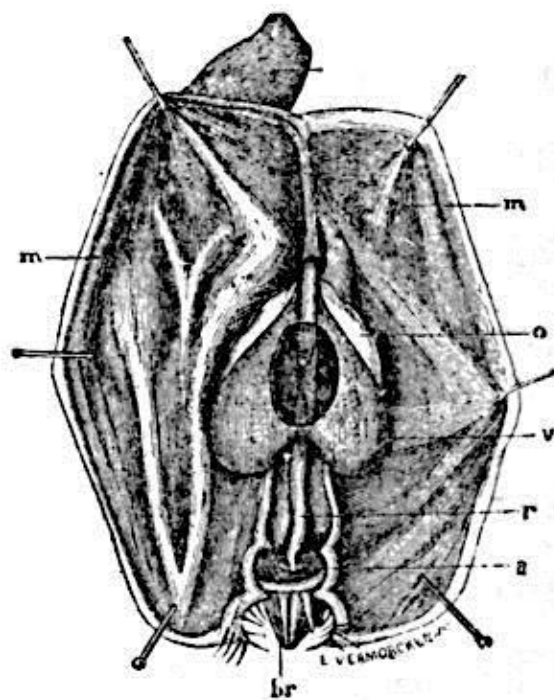


Рис. 196. Сердце мидии с проходящим через него кишечником.



Рис. 197.

Пищевой канал мидии сравнительно прост. За ртом он расширяется в выпячивание, называемое *желудком* ([рис. 193](#)). Желчные протоки соседней печени впадают в желудок. *Кишечник* делает несколько поворотов в верхней части ноги, а затем, проходя вверх, проходит примерно прямо к отверстию (или анусу), которое находится в стенке выдыхательного сифона. Кишечник проходит не только через *перикардальную полость* (целом), окружающую сердце, но и через желудочек самого сердца ([рис. 196](#)).

Почки состоят из трубок, которые открываются в перикардальную камеру сверху и в жаберную камеру снизу (*Neph.*, [рис. 193](#)). Трубки окружены многочисленными кровеносными сосудами ([рис. 198](#)) и выводят отходы из крови.

Нервная система состоит из *трех пар ганглиев* и нервов ([рис. 197](#)). Ганглии легко различить по их оранжевому цвету. Педальные ганглии на передней части стопы также хорошо видны; висцеральные ганглии на задней приводящей мышце можно увидеть, не вынимая мидию из раковины ([рис. 193](#)). Половые органы открываются в заднюю часть жаберной полости ([рис. 193](#)). Сперматозоиды, попавшие в воду, втягиваются в яйцеклетки тем же течением, которое приносит пищу. Яйца вылупляются в жабрах. Через некоторое время молодые мидии выходят через сифон.

Резюме. — В жабрах ([рис. 198](#)) кровь получает что? Теряет что? Из пищеварительного тракта кровь поглощает питательные вещества. В почках кровь частично очищается за счет выделения азотистых отходов.

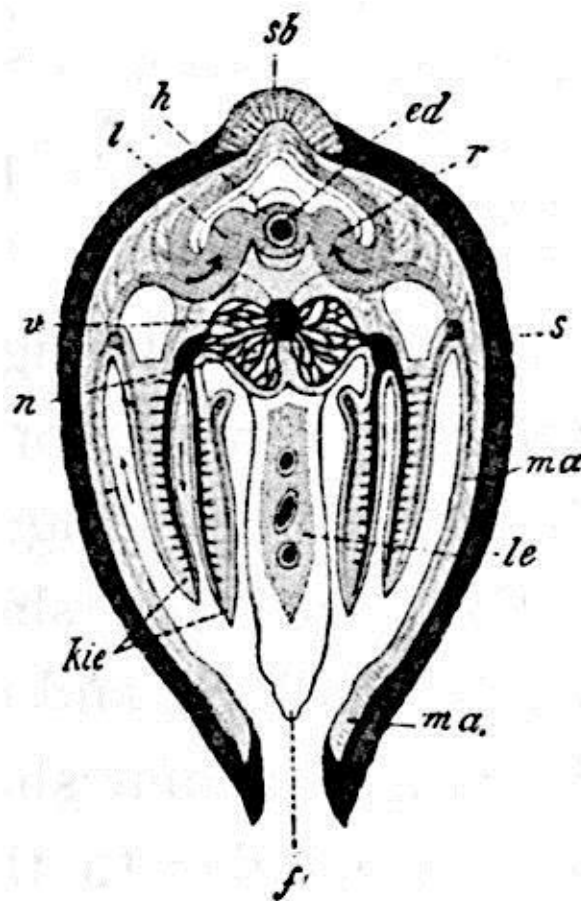


Рис. 198. СХЕМА ПОПЕРЕЧНОГО РАЗРЕЗА МИДИИ, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ МАНТИЮ, *ma*; жабры, *kie*; ножку, *f*; сердце, *h*; кишечник, *ed*.

Реснички на краях вдыхательного, или нижнего, сифона постоянно вибрируют и затягивают воду и частицы пищи в ротовую полость. Частицы пищи, которые попадают вблизи губных щупалец, переносятся ими в рот. Когда вода проходит через перфорированные жабры, из нее поглощается кислород; мантия также поглощает кислород из проходящей воды. Как упоминалось ранее, вода затем проходит через проход между ногой и щупальцем в полость над жабрами и выходит через выдыхающий сифон. Перемешивая воду или помещая каплю чернил рядом с сифонами мидии, содержащейся в ванне, можно увидеть направление ее течения. Пульсации сердца хорошо видны у живого моллюска.

Повадки мидии. — Обильно ли она встречается в чистой или мутной воде, в быстрой, стоячей или слегка движущейся воде? Опишите ее след или борозду. Какова скорость ее передвижения? Можете ли вы различить места, где нога прикреплялась к земле? Какова длина одного «шага» по сравнению с длиной раковины? Обычно у животного раковины открыты, чтобы оно могло дышать и питаться. Связка шарнира действует как пружина корпуса часов и удерживает раковины в открытом положении, пока мышцы-аддукторы не сжимают их ([рис. 189](#)).

Когда мидия впервые вылупляется из яйца, у нее треугольная раковина. Вскоре она прикрепляется к какой-нибудь рыбе и таким образом перемещается; через два месяца она снова опускается на дно.

Другие моллюски. Раковины *устриц* не являются точной парой: раковина, лежащая на дне, выдолблена, чтобы вместить тело, а верхняя раковина плоская. Можете ли вы, осмотрев раковину устрицы, определить, какая из них была нижней? Есть ли на ней следы прикрепления к дну? Молодая устрица, как и молодая мидия, свободно плавает. Как и членистоногие, большинство моллюсков проходят метаморфоз, чтобы достичь взрослой стадии ([рис. 199](#)).

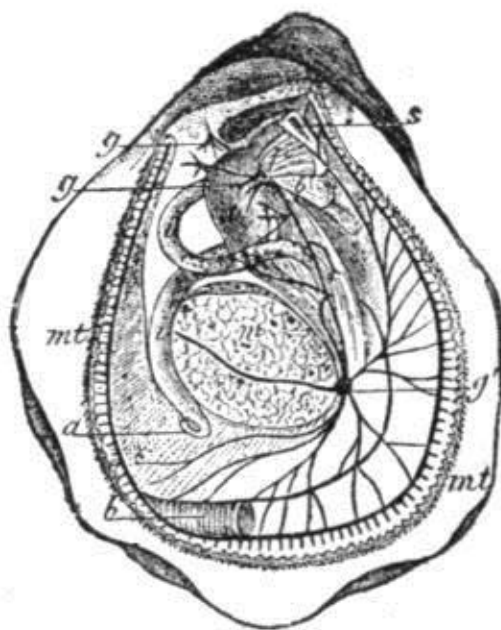


Рис. 199. — Устрица.

S, рот; *a*, отверстие; *g, g'*, ганглии; *mt*, мантия; *b*, жабры.



Рис. 200. — Трохус.

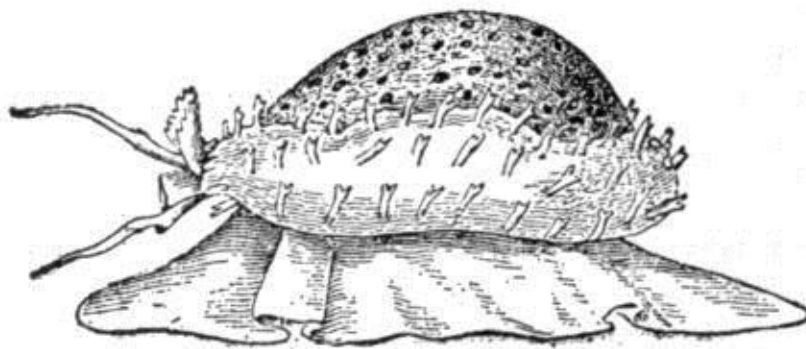


Рис. 201. — СЫРПЕА. (Одностворчатая, с длинным отверстием в раковине.)

Изучите раковины моллюсков, улиток, гребешков и сердцевидных моллюсков. Нарисуйте их раковины. Слизень очень похож на улитку, за исключением того, что у него нет раковины. Если бы раковину улитки, показанной на [рис. 202](#), удалить, то осталась бы очень хорошая копия слизняка.

Экономическое значение моллюсков. Несколько видов моллюсков употребляются в пищу. Один из них — *моллюск с твердой раковиной* (quahog), обитающий на атлантическом побережье от Кейп-Кода до Техаса. Его раковина белого цвета. Он часто зарывается немного под поверхность. *Моллюск с мягкой раковиной* более популярен в пищу. Он обитает вдоль берегов всех северных морей. Он зарывается на глубину 30 см под поверхность и вытягивает свои сифоны через нору на поверхность во время прилива, втягивая в свою раковину воду, содержащую микроорганизмы и кислород.

Ежегодно собирают и продают *устриц* на сумму в несколько миллионов долларов. Самые ценные устричные промыслы Соединенных Штатов находятся в Чесапикском заливе. Молодые устрицы, или «икринки», после того как они прикрепляются ко дну на мелководье, пересаживают. Таким образом образуются новые устричные банки. Иногда банки усыпают кусочками камней, битой керамикой и т. д., чтобы устрицы прикреплялись к ним. Темное пятно в мясистом теле устрицы — это пищеварительная железа, или печень. В сырых устрицах заметны обрезанные концы жестких приводящих мышц. Морские звезды наносят большой ущерб устричным банкам.

Жемчуг откладывается двустворчатыми моллюсками вокруг раздражающих частиц, которые попадают между раковиной и мантией. Большую часть жемчуга дают жемчужные устрицы; иногда жемчуг большой ценности добывают из пресноводных мидий в Соединенных Штатах. Назовите предметы, которые частично или полностью изготовлены из перламутра.

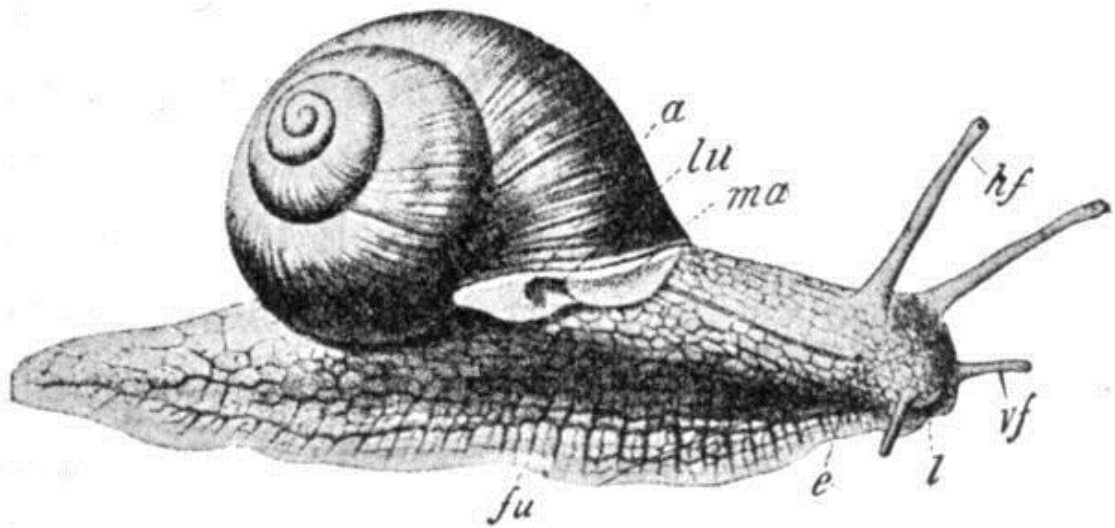


Рис. 202. Улитка.

l, рот; *vf*, *hf*, щупальца; *e*, отверстие яйцевода; *fu*, нога; *ma*, мантия; *lu*, отверстие легкого; *a*, клоака.

Изучение живой улитки или слизни. — Ее тело сухое или влажное? Есть ли у наземных улиток и слизней легкие или жабры? Почему? Сколько пар щупалец у нее? Какова их относительная длина и положение? Глаза — это темные пятна у основания щупалец улитки и на кончиках задних щупалец слизни. Прикоснитесь к щупальцам. Что происходит? Щупальца просто вытягиваются или они поворачиваются внутрь наружу, когда вытягиваются? Дыхательное отверстие находится на правой или левой стороне тела? На складке мантии или на теле? (Рис. 202-3-4.) Как часто отверстие открывается и закрывается?

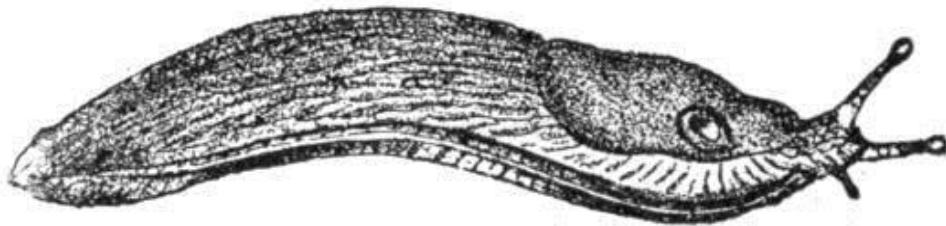


Рис. 203. — Слизень.

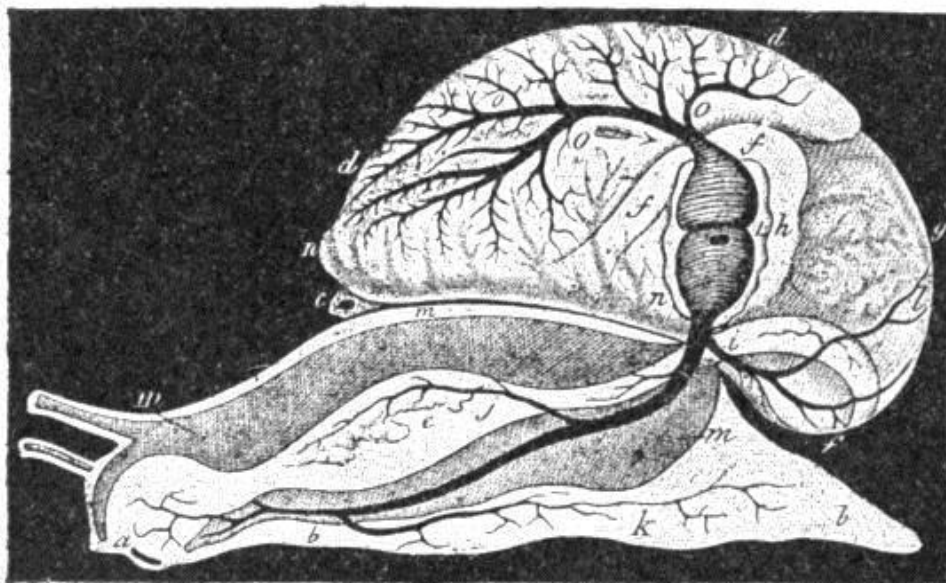


Рис. 204. — Кровообращение и дыхание у улитки.

a — рот; *b* — нога; *c* — клоака; *d* — легкое; *h* — сердце.

Кровеносные сосуды обозначены черным цветом. (Perrier.)

Поместите улитку во влажный стакан. Используется ли вся нижняя поверхность для ползания? Меняется ли форма поверхности, по которой ползает улитка? Перемещаются ли складки или морщины вперед или назад по отношению к телу? Остается ли достаточно слизи, чтобы отметить пройденный путь? Складка перемещается вперед, прилипает и разглаживается, когда улитка или слизень тянутся вперед.

Головоногие — самые высокоразвитые моллюски — это **головоногие**, или «головоногие» моллюски. Вокруг рта расположены восемь или десять придатков, которые служат и ногами, и руками. Эти придатки имеют два ряда присосок, с помощью которых животное прикрепляется к дну моря или крепко захватывает рыбу или другую добычу. Наиболее распространенными примерами являются *кальмар* с длинным телом и десятью щупальцами и *осьминог*, или дьявольская рыба, с коротким телом и восемью щупальцами. Головоногие имеют сильные кусающие ротовые части и сложные глаза, в некоторой степени напоминающие глаза позвоночных животных. Большие и выпученные глаза добавляют им жуткий, устрашающий вид.

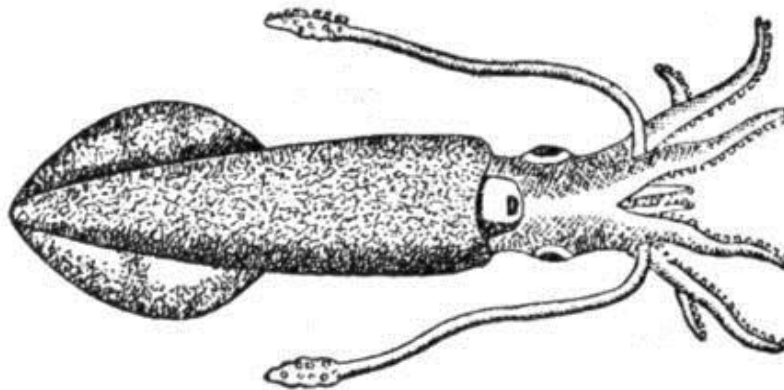


Рис. 205. Кальмар.

Сепия или «чернила», выделяемые через сифон кальмара, образуют в воде темное облако и помогают ему спастись от хищников почти так же, как и его быстрота ([рис. 205](#)). Иногда кальмар подкрадывается к рыбе с такой медленной, что незаметной скоростью, а затем внезапно хватает ее и быстро убивает, кусая за спину за головой.

Осьминог более медлительный, чем кальмар. Крупные виды, называемые дьявольскими рыбами, иногда имеют размах щупалец до двадцати пяти футов. *Жемчужный наutilus* ([рис. 206](#)) и *самка бумажного аргоната* ([рис. 207](#)) являются примерами головоногих, имеющих раковины. *Каракатица* тесно связана с кальмаром.

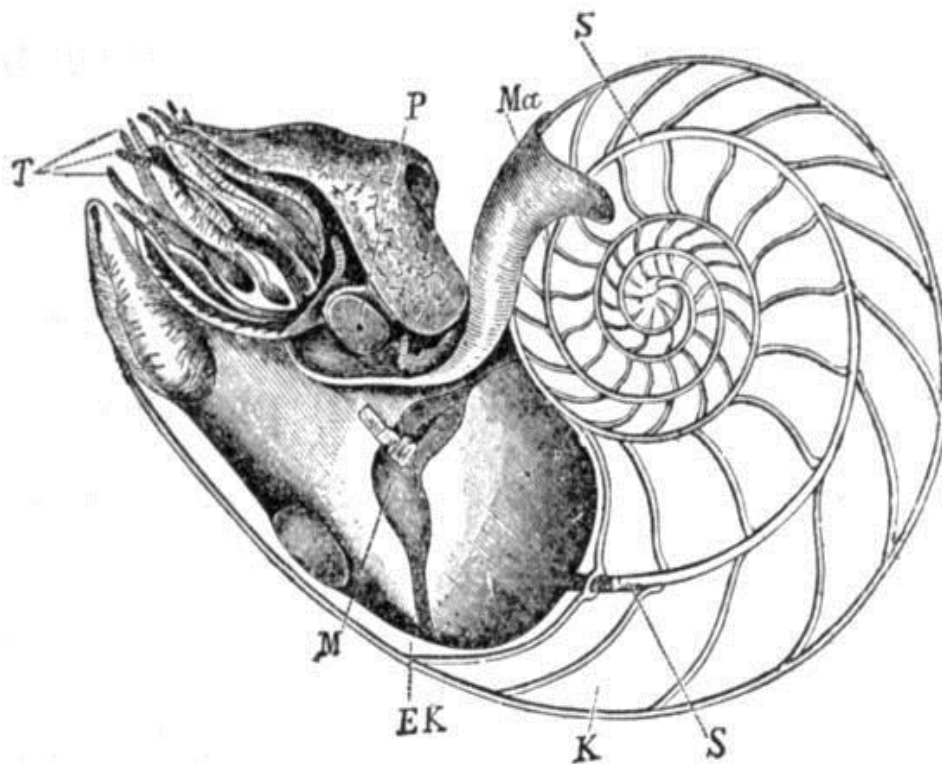


Рис. 206. — Жемчужный наutilus. (Раковину распилили, чтобы показать камеры, которые использовались, когда он был меньше, и сифункулус, *S*, соединяющий их. Щупальца, *T*.)

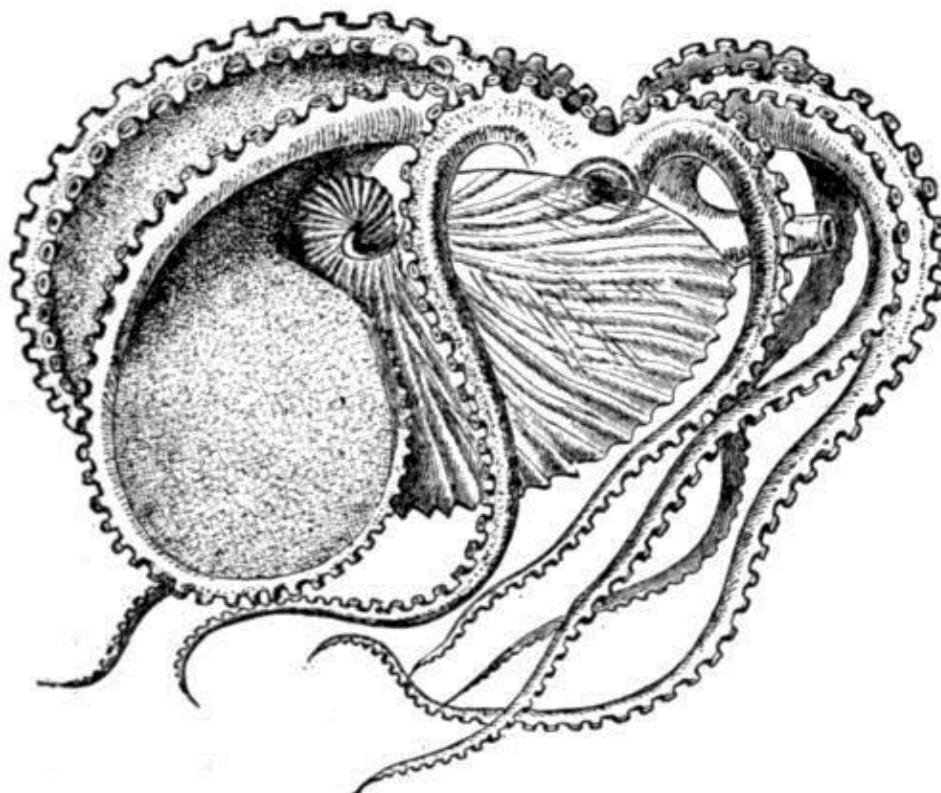


Рис. 207. — Бумажный аргонавт (самка).

$\times \frac{1}{3}$ (т. е. животное в три раза длиннее и шире, чем на рисунке).



Рис. 208. — БУМАЖНЫЙ АРГОНАВТ (самец). $\times 1/2$.

Общие вопросы. Живые части мидии очень мягкие, название «моллюски» происходит от латинского слова *mollis*, «мягкий». Почему самые мягкие животные, моллюски, имеют самые твердые покровы?

К какому классу моллюсков подходит название *ascephala* (безголовый)? *Lamellibranchiata* (пластинчатые жабры)?

Почему гладкая раковина подходит для моллюска, а шероховатая — для устрицы? Почему витки раковины улитки так малы вблизи центра?

Почему мидия не нуждается в голове, глазах или выступающих щупальцах? В каком положении створок мидии связка шарнира находится в растянутом состоянии? Как форма жабр мидии обеспечивает тесный контакт между водным потоком и кровотоком?

Существует три класса моллюсков: пелециподы (топороногие), гастроподы (желудочноногие) и цефалоподы (головоногие). Приведите пример каждого класса.

Сравнение моллюсков

	Мидия	Улитка	Кальмар
Раковина			
Голова			
Тело			

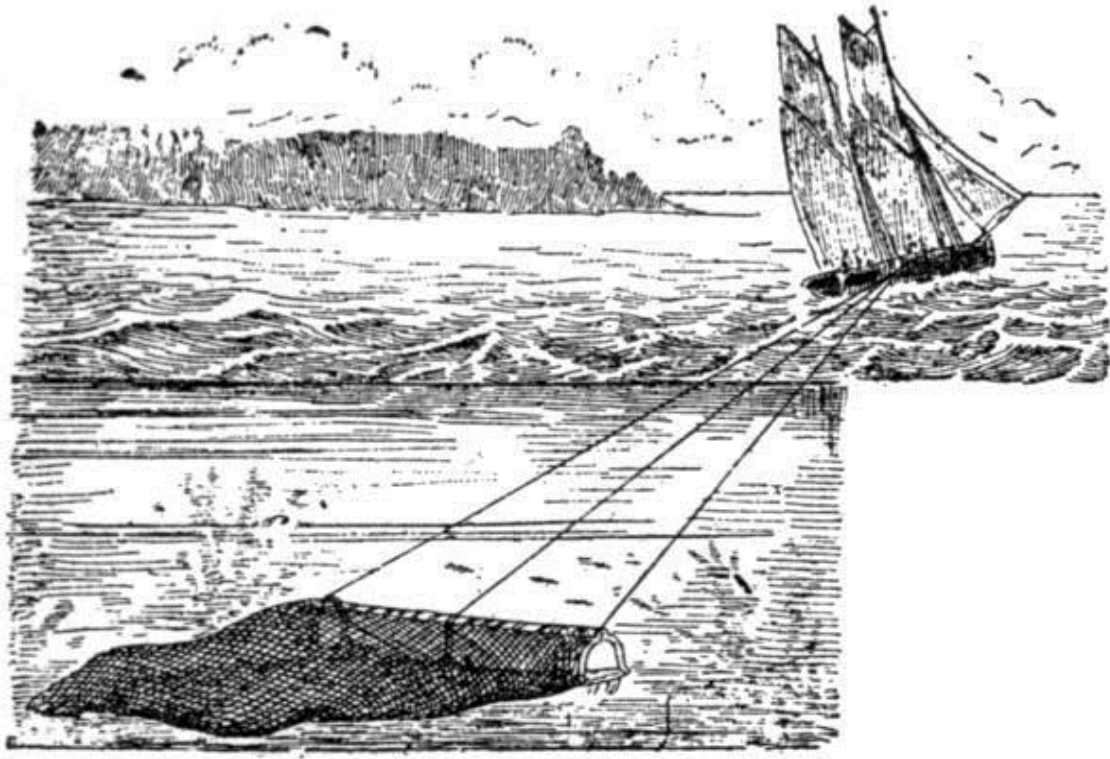
Нога			
Жабры			
Глаза			

Сравнительный обзор. — (Занимает всю страницу в тетради.)

	ТРАВЯДНЫЕ КУЗНЕЧИК	ПАУК	РАК РЫБА	ЦЫПЧКА ТИПЕДЕ	МИДИЯ
Двусторонние или лучевые					
Придатки для передвижения					
Названия частей тела					
Органы и способ дыхания					
Передвижение					

ГЛАВА X

РЫБЫ



Предложения. — Следует изучить поведение живой рыбы в прозрачной воде, предпочтительно в стеклянном сосуде или аквариуме. Скелет можно подготовить, поместив рыбу в пределы досягаемости муравьев. Скелеты животных, помещенные на муравейники, очищаются очень тщательно. Изучение окуня, которое следует далее, применимо практически к любой обычной рыбе.

Движения и внешние особенности. — Какова *общая форма тела* рыбы? Чем форма спинной, или верхней, части отличается от брюшной? Есть ли узкая часть или шея, где голова соединяется с туловищем? Где тело самое толстое? Каково соотношение между длиной и высотой? ([Рис. 209.](#)) Правая и левая стороны одинаковы? Симметрия рыбы двусторонняя или радиальная?

Тело рыбы можно разделить на три части: голову, туловище и хвост. Туловище начинается с самых передних чешуек; хвост, как говорят, начинается у клоаки, или ануса. На каких частях тела находятся придатки? Может ли голова двигаться независимо от туловища, или они двигаются вместе? Укажите преимущества и недостатки этого. Тело уплощенное (по вертикали) или сжатое (, сжатое поперечно)? Обе формы встречаются у рыб? (См. рисунки на [стр. 123, 124.](#))

Как *форма тела способствует движению*? Рыба может легче поворачиваться в стороны или вверх и вниз? Почему? Голова клиновидная или коническая? Челюсти уплощены в поперечном или вертикальном направлении? Рыба плавает в воде, птица — в воздухе. Объясните различия в форме их тел.

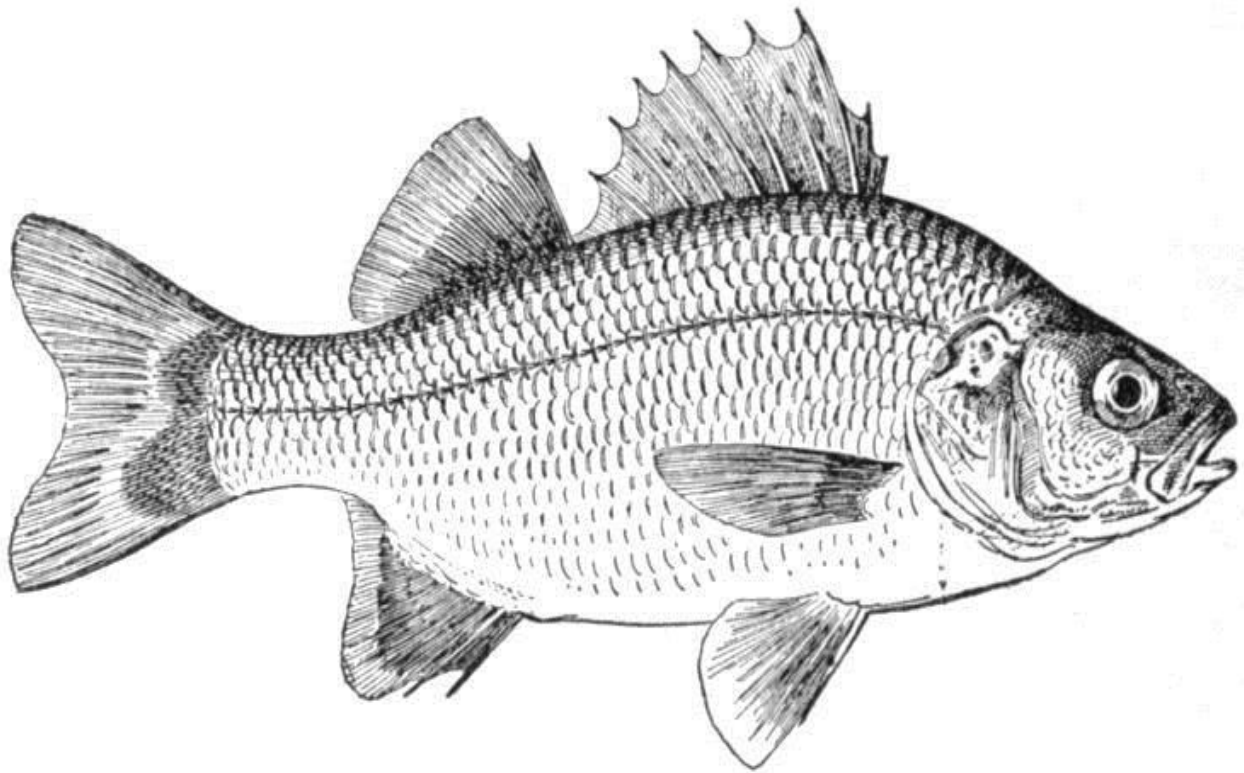


Рис. 209. — Белый окунь (*Morone americana*).

Похожа ли *покрывающая кожа тела* на покрывающую кожу какого-либо из изученных ранее животных? Чешуйки прикреплены к коже небольшими карманами или складками. Обратите внимание на форму и размер чешуек на разных частях тела. На каких частях тела рыбы нет чешуек? Изучите одну чешуйку: какова ее форма? Видите ли вы на чешуйке концентрические линии роста? Нарисуйте несколько чешуек, чтобы показать их расположение. Для чего нужны чешуйки? Почему на голове чешуйки не нужны? Какая часть каждой чешуйки скрыта? Есть ли пленка над чешуйкой? Цвета находятся внутри чешуйки или на ней?

Плавники. — Движения рыбы активные или вялые? Может ли она оставаться неподвижной, не используя плавники?

Может ли она двигаться назад? Как приводятся в движение плавники? Какого цвета мясо или мышцы рыбы? Сосчитайте плавники. Сколько из них парных? (Рис. 209.) Сколько вертикальных? Сколько боковых? Сколько находится на средней линии? Какие плавники более эффективны для удержания равновесия рыбы? Для поворотов в стороны? Для подъема и опускания рыбы? Для движения вперед? Какую пользу приносят рыбе некоторые плавники, помимо удержания равновесия и плавания?

Твердые *кости*, поддерживающие плавники, называются плавными лучами. Плавник на спинной линии рыбы называется *спинным* плавником. Его лучи больше или меньше лучей других плавников? Иногда говорят, что окунь имеет два спинных плавника, поскольку он разделен на две части. Плавник, образующий хвост, называется хвостовым плавником или *каудальным* плавником. Верхние и нижние углы у всех рыб одинаковы? (Рис. 228.) На брюшной стороне, сразу за клоакой, находится брюшной плавник, также называемый анальным плавником. Три упомянутых плавника являются непарными. Из четырех парных плавников пара, расположенная выше по бокам (и обычно ближе к передней части), является *грудными* плавниками. Пара, расположенная ближе к брюшной линии, — это *брюшные* плавники. Они расположены близко друг к другу и у многих рыб соединены по

брюшной линии. Брюшные плавники сравнивают с ногами, а грудные плавники — с руками высших позвоночных. (Рис. 244.) Сравните плавники рыб, [стр. 123, 124](#).

Нарисуйте рыбу, смотрящую сбоку, опуская чешуйки, если ваш рисунок не очень большой.

Глаза расположены на верхней части головы, по бокам или и там, и там? Может ли рыба закрывать глаза? Почему да или почему нет? Глазное яблоко обнажено или покрыто мембраной? Покрытие глазного яблока соединяется с кожей головы? Есть ли складки или морщины на этой мембране или окружающей коже? Есть ли у глаза зрачок? Радужная оболочка? Глаз рыбы неподвижен, слегка подвижен или свободно подвижен? Может ли она смотреть на один и тот же объект обоими глазами? В каком направлении зрение более широкое: вверх или вниз? Вперед или в стороны? В каком направлении зрение невозможно? Может ли рыба закрывать глаза во время сна? Глазное яблоко выглядит сферическим или сплюснутым спереди? Яблоко действительно сферическое, хрусталик очень выпуклый, и рыбы близоруки. Дальновзоркость была бы бесполезна в такой плотной среде, как вода.

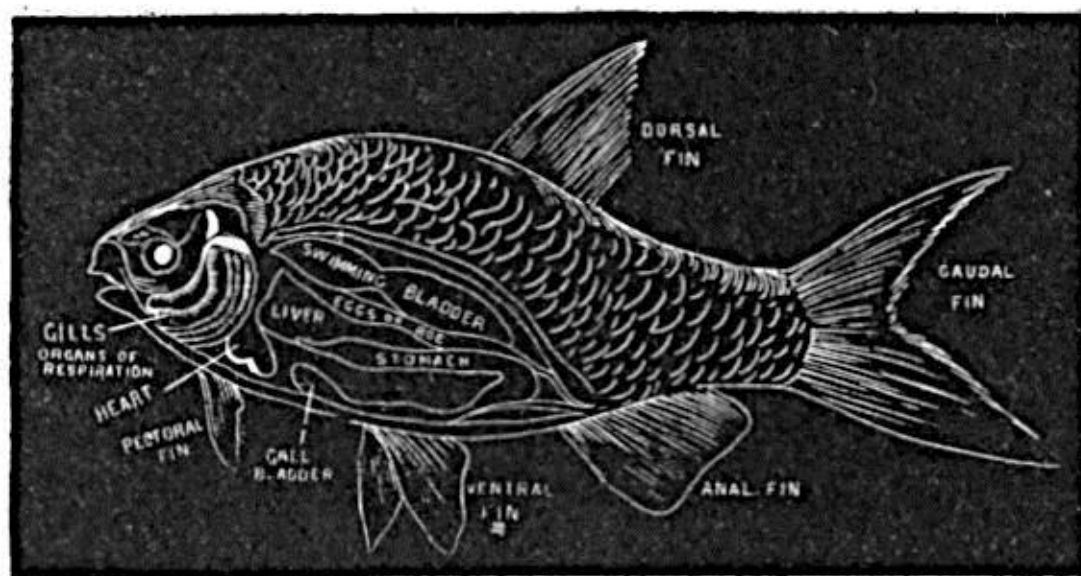


Рис. 210. — Чертеж рыбы на доске.

В каком направлении от глаз находятся **ноздри**? (Рис. 211.) Есть две пары ноздрей, но только одна пара носовых полостей, в каждую из которых открываются две ноздри. Носовых ходов, ведущих к рту, нет, так как тест с помощью зонда показывает, что полости не открываются в рот. Какие две функции выполняет нос у человека? Какую функцию он выполняет у рыбы?

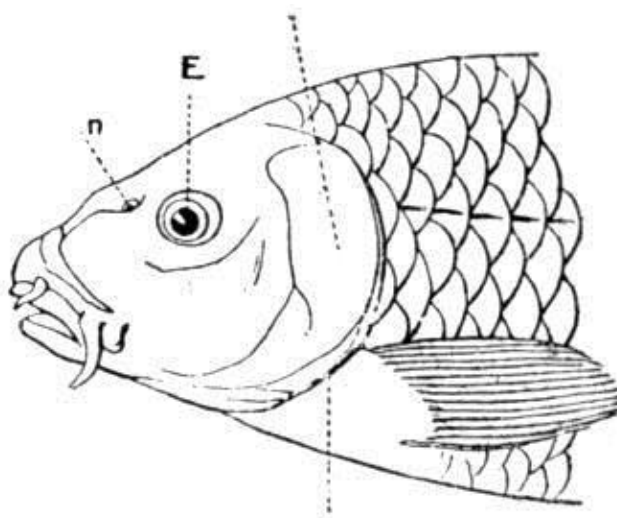


Рис. 211. Голова карпа.

Внешних ушей нет. Ушные мешки встроены в кости черепа. Слух острый или тупой? При рыбалке важнее не разговаривать или ходить осторожно, чтобы не трясти лодку или берег?

Для чего нужны большие отверстия, расположенные сзади головы по обеим сторонам? (Рис. 211.) Под кожей по бокам головы находятся тонкие мембранные кости, образованные из кожи; они помогают коже в защите. Сразу под этими мембранными костями находятся жаберные крышки, состоящие из настоящих костей. Что состоит из большего количества частей: мембранный слой или настоящий костный слой в жаберной крышке ()? (Рис. 211 и 212.)

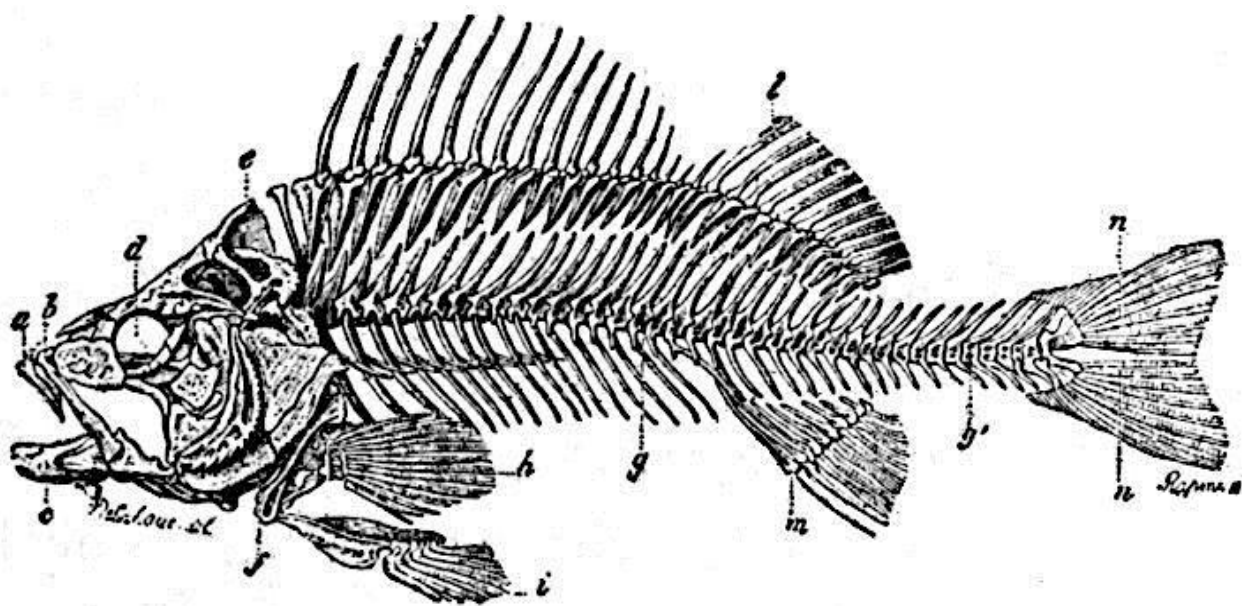


Рис. 212. Скелет окуня.

Рот большой или маленький? **Зубы** тупые или острые? Находятся ближе к внешнему краю или в глубине рта? (Рис. 212.) Есть ли у рыбы губы? Зубы расположены в один непрерывный ряд на обеих челюстях? На верхней челюсти зубы также есть на предчелюстных костях. Эти кости находятся перед верхнечелюстными костями, на которых зубов нет. Зубы также находятся на небе, а на языке есть роговые отростки, похожие на зубы. Зубы рыбы больше подходят для жевания или для захвата? Зачем нужны зубы на языке? Понаблюдайте за рыбой, когда она ест: она жевает пищу? Рыба может чувствовать вкус? Проверьте это,

положив кусочки коричневой бумаги и пищи в сосуд или банку с живой рыбой. Горло или пищевод рыбы большое или маленькое?

Скелет рыбы проще, чем скелет других позвоночных животных. Изучите [рис. 212](#) или подготовленный скелет. На первый взгляд кажется, что у скелета два позвоночных столба. Почему? Какие кости рыбы соответствуют костям человеческого скелета? Выступы (отростки) позвонков длинные или короткие? *Ребра* прикреплены к позвонкам туловища, последнее ребро находится над клоакой. Хвост начинается у клоаки (). Сколько позвонков в хвосте больше, чем в туловище? Есть ли шейные позвонки (т. е. перед теми, к которым прикреплены ребра)? Первые несколько ребер (сколько?) прикреплены к центральной части позвонков. Остальные ребра слабо прикреплены к отросткам позвонков. Ребра костных рыб не являются гомологичными ребрам высших позвоночных. У большинства рыб есть кости, называемые межмышечными костями, прикрепленные к первым ребрам (сколько их у окуня?), которые, возможно, гомологичны истинным ребрам; то есть истинные ребра у высших позвоночных, возможно, развились из таких зачатков.

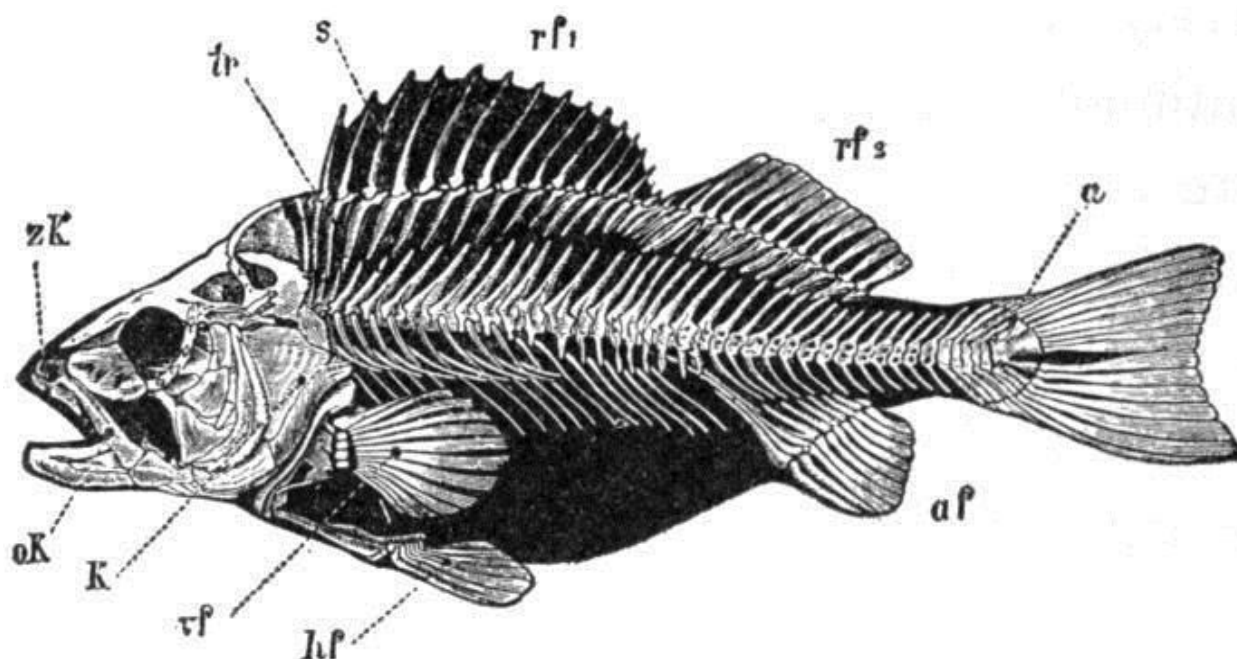


Рис. 213.

Какие из *скелетов плавников* ([рис. 214](#)), если таковые имеются, не прикреплены к общему скелету? Какой плавник состоит в основном из заостренных лучей? Какие плавники состоят из лучей, которые делятся и расширяются к концу? Какие из них жесткие, а какие гибкие? Какие из лучей плавников сегментированы, или состоят из двух частей? Внешний сегмент называется радиальным, внутренний — базальным. Какие сегменты длиннее? Есть один базальный сегмент, у которого отсутствует радиальный сегмент; найдите его ([рис. 212](#)).

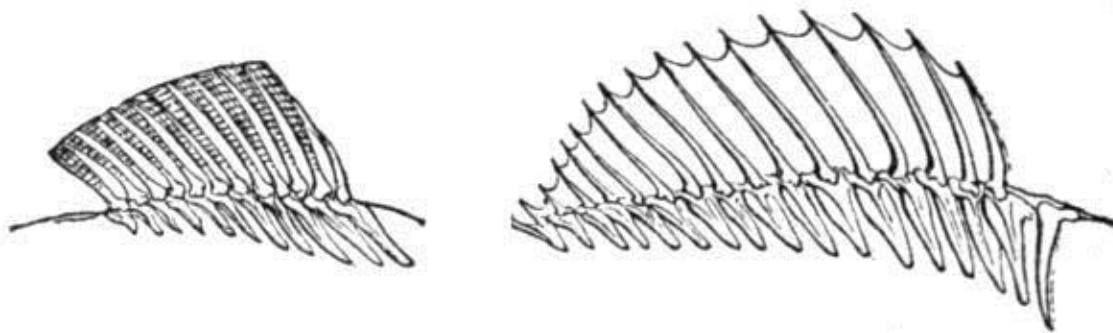


Рис. 214. — Плавники с мягкими лучами и с колючими лучами.

В чем преимущество позвоночной структуры по сравнению с броневой? Вы видели катушкообразное тело позвонка в консервированном лососе. Оно вогнутое, плоское или выпуклое на концах?

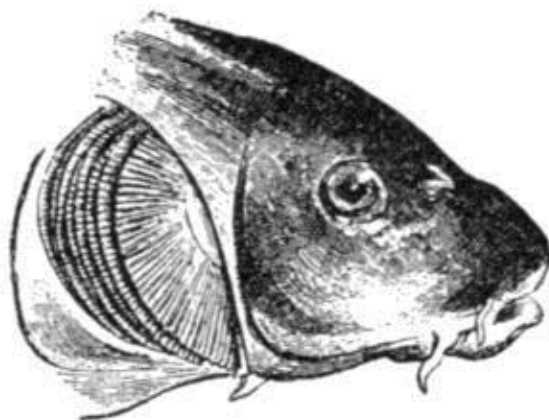


Рис. 215. Карп с удаленной правой жаберной крышкой для демонстрации жабр.

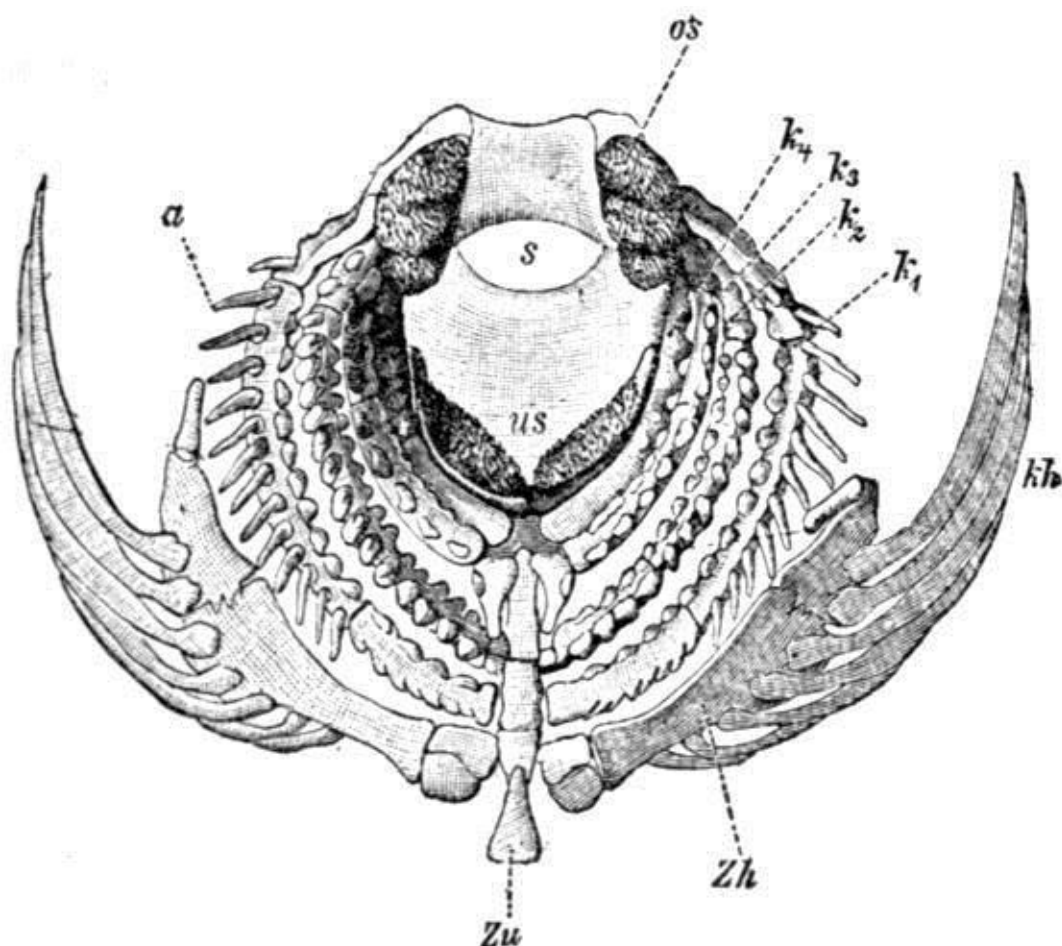


Рис. 216. — Скелет вокруг горла рыбы.

Жабры находятся по бокам головы ([рис. 215](#)) под жаберными крышками. Какого цвета жабры? Кажется ли, что кровеносные сосуды находятся очень близко к поверхности жабр или далеко от нее? В чем преимущество этого? Жабры гладкие или морщинистые? ([Рис. 215.](#)) В чем преимущество? Костные опоры жабр, называемые жаберными дугами, показаны на [рис. 216](#) (k_1 до k_4). Сколько дуг с каждой стороны? Жаберные дуги имеют выступы на передней стороне, называемые жаберными решетками, которые предотвращают вымывание пищи через щели между дугами. Бахрома на задней стороне жаберных дуг называется жаберными нитями (a , [рис. 216](#)). Эти нити поддерживают тонкие и сильно морщинистые края жабр, поскольку жабры построены таким образом, чтобы максимально увеличить поверхность, контактирующую с водой. Сравните строение жабр и легких человека. Жаберное отверстие с каждой стороны охраняется семью лучами (kh , [рис. 216](#)) вдоль задней границы жаберной крышки (). Эти лучи растут из язычной кости (Zu , [рис. 216](#). Это вид сзади).

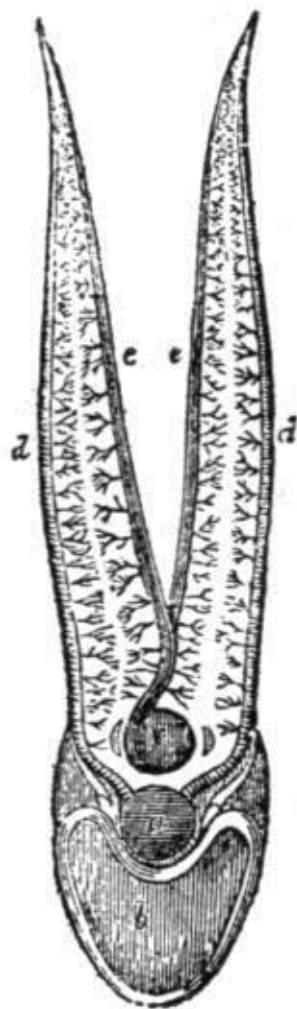


Рис. 217. — Кровообращение в жабрах.

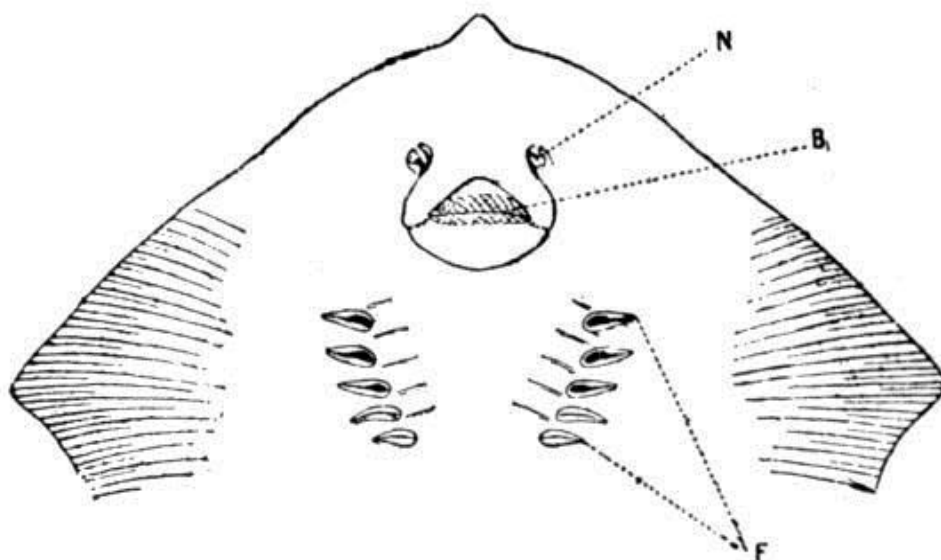


Рис. 218. Ноздри, рот и жаберные отверстия скаты.

Наблюдайте за живой рыбой и определите, как вода проходит между жабрами. Открывается и закрывается ли рот при дыхании? Открываются и закрываются ли отверстия за жаберными крышками? Сколько раз в минуту свежая вода поступает в жабры?

Открываются ли рот и жаберные крышки одновременно? Почему вода, контактирующая с жабрами, должна постоянно меняться? Почему рыба обычно отдыхает, держа голову вверх по течению? Как можно сохранить жизнь рыбе в течение некоторого времени после извлечения из воды? Почему высыхание жабр препятствует дыханию? Если бы рот рыбы был приоткрыт, а рыба вернулась в воду, она бы задохнулась? Почему да или почему нет?

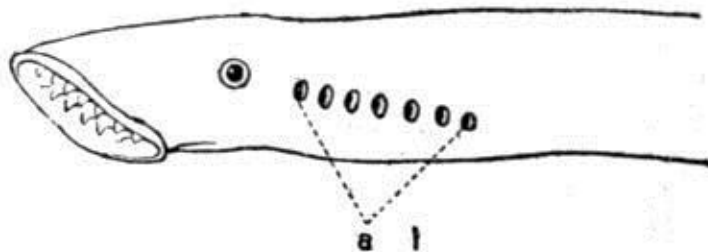


Рис. 219. ЖАБЕРНЫЕ ОТВЕРСТИЯ УГРЯ.

Пищевод. Пищевод короткий и широкий. Желудок удлинненный ([рис. 220](#)). В месте соединения с кишечником имеется небольшое сужение. Кишечник прямой или имеет несколько петель? ([Рис. 220.](#)) Печень имеет желчный пузырь и опорожняется в кишечник через желчный проток. Печень у большая или маленькая? Простая или дольчатая? Селезенка (*mi*, [рис. 220](#)) расположена в петле кишечника. Последняя часть кишечника прямая и называется прямой кишкой. Она такого же размера, как и другие части кишечника? У рыб нет поджелудочной железы, важнейшей пищеварительной железы высших позвоночных.

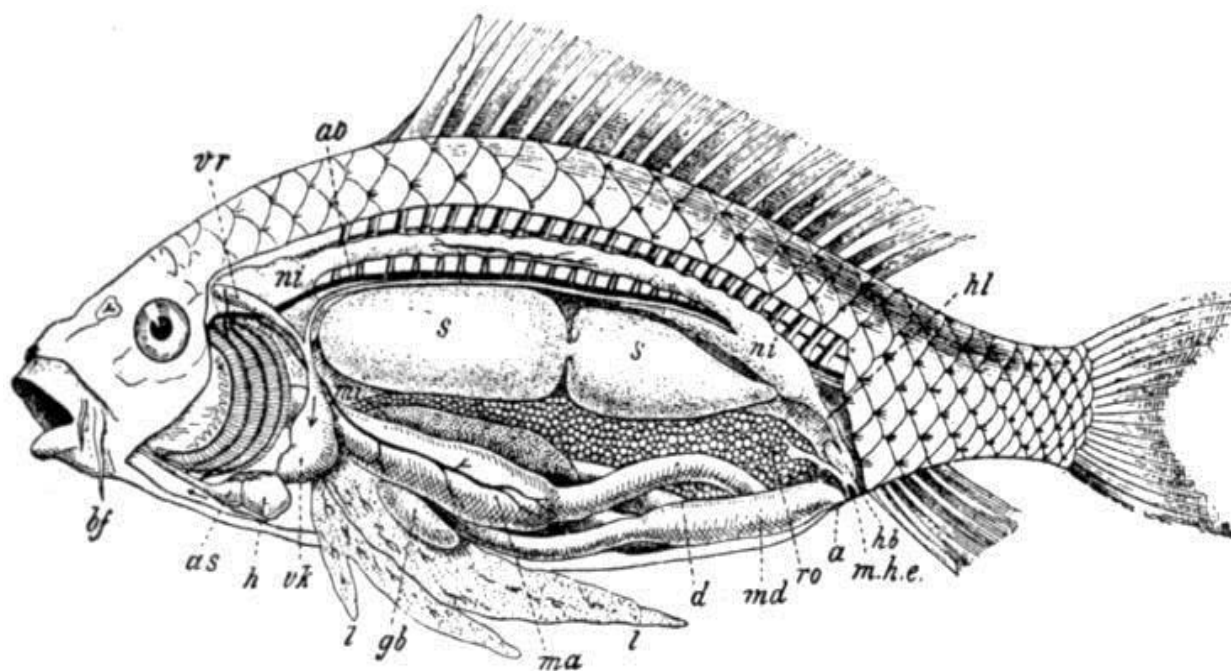


Рис. 220. АНАТОМИЯ КАРПА. (См. также [цветной рисунок 4.](#))

bf, усы на голове (для осязания); *h*, желудочек сердца; *as*, аортальный бульб для регулирования кровотока к жабрам; *vk*, венозный синус; *ao*, спинная аорта; *ma*, желудок; *l*, печень; *gb*, желчный пузырь; *mi*, селезенка; *d*, тонкий кишечник; *md*, толстый кишечник; *a*, клоака; *s, s*, плавательный пузырь; *ni, ni*, почка; *hl*, мочеточник; *hb*, мочевого пузыря; *ro*, икра (икринки); *m.h.e.*, отверстие протоков из почки и яичника.

Вопросы: Почки расположены спинно или брюшно? Плавный пузырь? Почему? Почему плавный пузырь двойной? Кровь поступает в жаберы сверху или снизу?

Яичник расположен между кишечником и плавательным пузырем. На [рис. 220](#) он показан увеличенным и заполненным яйцеклетками, называемыми икрой. Он открывается порой за клоакой. Серебристая выстилка полости тела называется брюшиной. (См. [гл. VII. «Биология человека»](#).)

Является ли плавательный пузырь у окуня простым или частично разделенным? А у карпа? ([Рис. 220](#).) Находится ли он выше или ниже центра тела? Почему? Плавательный пузырь делает тело рыбы примерно таким же легким, как вода, благодаря чему она может подниматься и опускаться без особых усилий. Когда рыба умирает, газы разложения раздувают пузырь и брюшную полость, и рыба переворачивается. Почему?

Где находятся почки? ([Рис. 220](#).) Их концы соединяются близко под позвоночным столбом. Мочеточники, или трубки, ведущие от них, соединяются и, проходя через небольшой мочевой пузырь, ведут к крошечному мочевому отверстию сразу за отверстием яичника. ([Цветной рисунок 4](#).)

Кровообращение. В отличие от других позвоночных, у рыб дыхательные органы и сердце находятся в голове. Жабры уже были описаны. Сердце воздуходышащих позвоночных находится рядом с легкими. Почему? Сердце рыбы находится рядом с жабрами по той же причине. Сердце имеет одно предсердие и один желудочек. ([Цветная иллюстрация 1](#).)

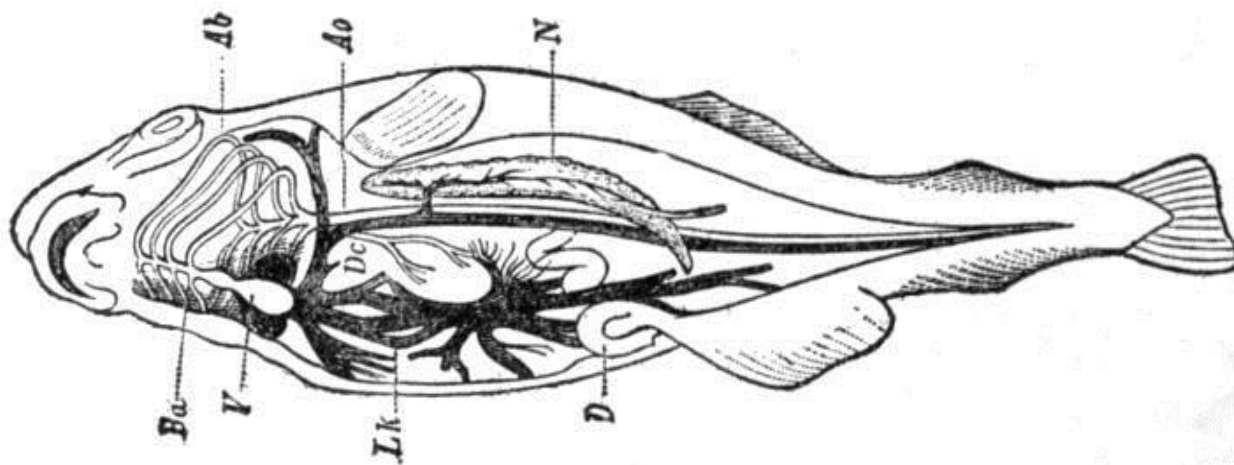


Рис. 221. СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ.

Ab — артерии, ведущие к жабрам; *Va* — аортальный бульб; *V* — желудочек.

Кровь, возвращающаяся к сердцу, поступает через несколько вен в *синус*, или предсердие, откуда она проходит через клапан в *предсердие*; из предсердия она поступает в *желудочек*. Желудочек посылает ее в *артерию* не напрямую, а через *луковицу* (как показано [на рис. 220](#)), которая служит для поддержания постоянного потока без пульсации в крупную артерию (*аорту*), ведущую к жабрам. Артерии, ведущие от жабр, соединяются, образуя *спинную аорту* (*Ao*, [рис. 221](#)), которая проходит назад, окруженная нижними отростками позвоночника. Пройдя через *капилляры* различных органов, кровь возвращается в сердце через вены.

Цвет крови определяется красными кровяными тельцами. Они имеют ядро, овальную форму и больше, чем кровяные тельца других позвоночных. Кровь рыб имеет температуру, немного превышающую температуру воды, в которой они обитают.

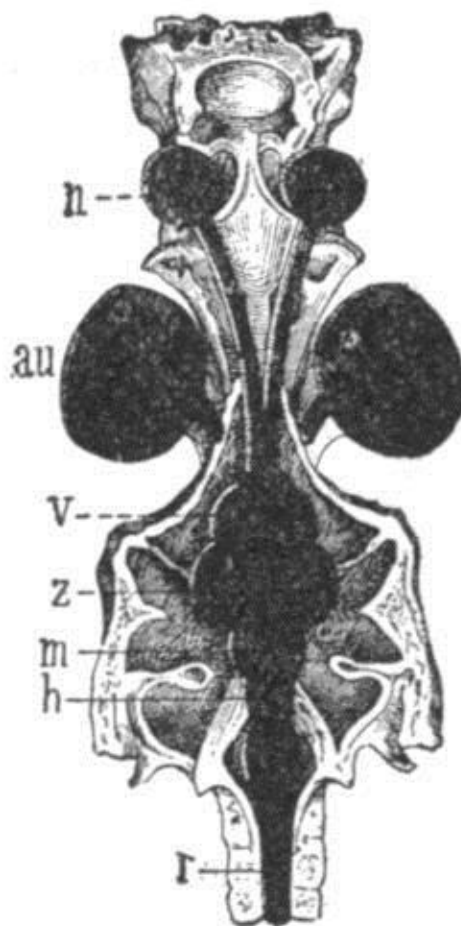


Рис. 222. Мозг окуня, вид сверху.

n, конец обонятельного нерва; *au*, глаз; *v*, *z*, *m*, передний, средний и задний мозг; *h*, спинной мозг; *r*, спинной мозг.

Обратите внимание на общую форму **мозга** ([рис. 222](#)). Являются ли его подразделения четкими или нечеткими? Являются ли доли парными? Средняя часть мозга является самой широкой и состоит из двух *зрительных долей*. От этих долей зрительные нервы проходят под мозгом к глазам (*Sn*, [рис. 223](#)). перед зрительными долями лежат две мозговые доли, или *головной мозг*. Перед головным мозгом видны небольшие *обонятельные доли* ([рис. 224](#)). Обонятельные нервы прослеживаются до ноздрей. За зрительными долями (средний мозг) находится мозжечок (задний мозг), а за ним — *продолговатый мозг*, или начало спинного мозга.



Рис. 223. Мозг окуня, вид с



Рис. 224. Мозг окуня, вид снизу.

Если взять глазное яблоко для сравнения, то весь мозг размером с одно глазное яблоко? ([Рис. 222.](#)) Судя по размеру частей мозга, что более важно для рыбы: мышление или восприятие? Какой из чувств является наиболее важным?

Чешуйки вдоль определенной линии по обеим сторонам рыбы, называемой боковой линией, имеют отверстия над рядом боковых линейных органов чувств, которые, как предполагается, являются главными органами осязания (см. [рис. 209](#)).

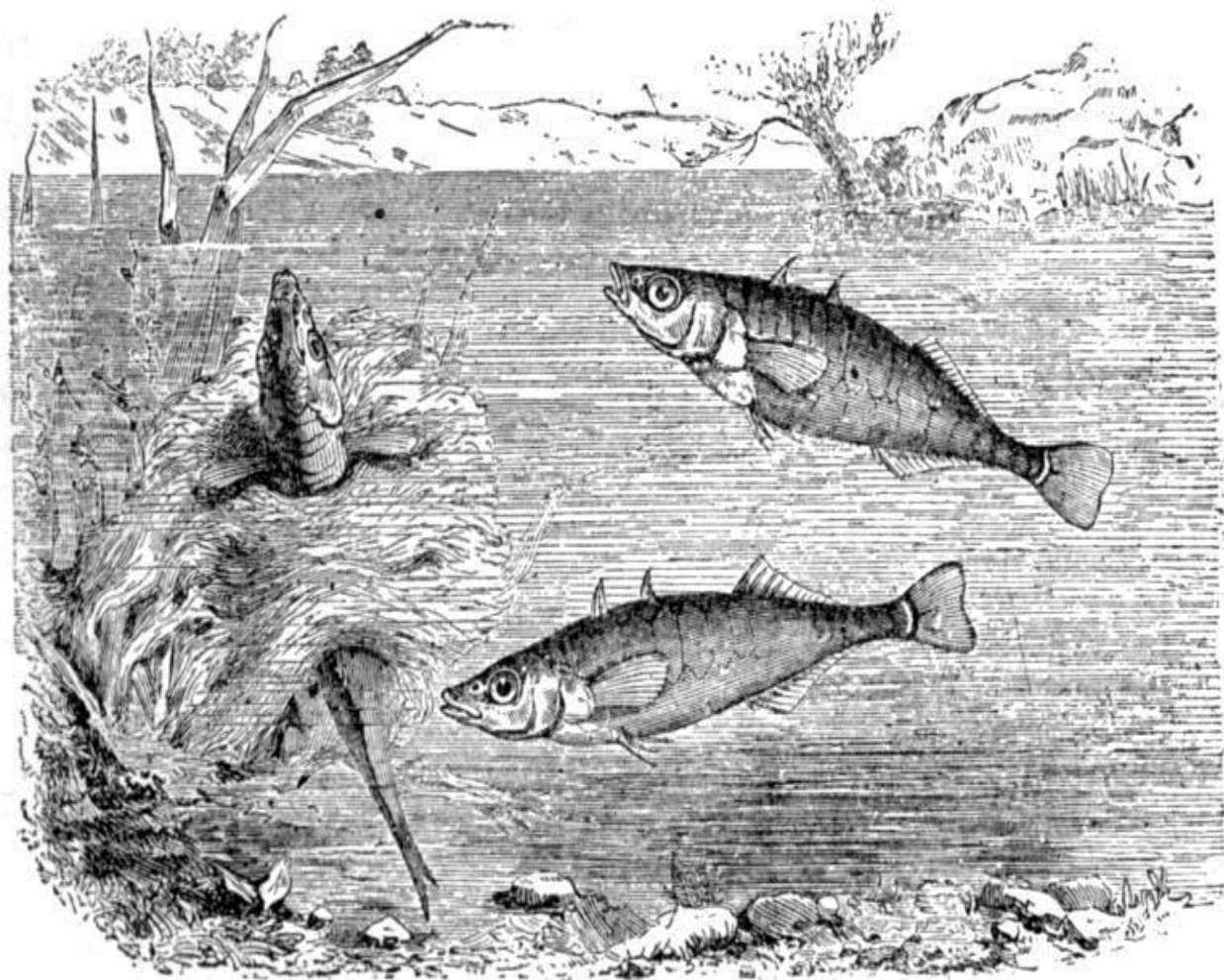


Рис. 225. Колюшка. Вместо того чтобы откладывать икру на дне, она строит гнездо из водных растений — единственная рыба, которая так поступает — и смело его защищает.

Вопросы. — Какие плавники рыбы выполняют функцию, аналогичную килю лодки? Рулю? Гребку для гребли ()? Веслу? Назовите несколько причин, по которым голова рыбы должна быть очень большой, хотя мозг у нее очень маленький. Вся ли кровь поступает в жабры сразу после выхода из сердца?

Составьте список различных видов рыб, обитающих в водах вашего района и продающихся на рынках вашего города.

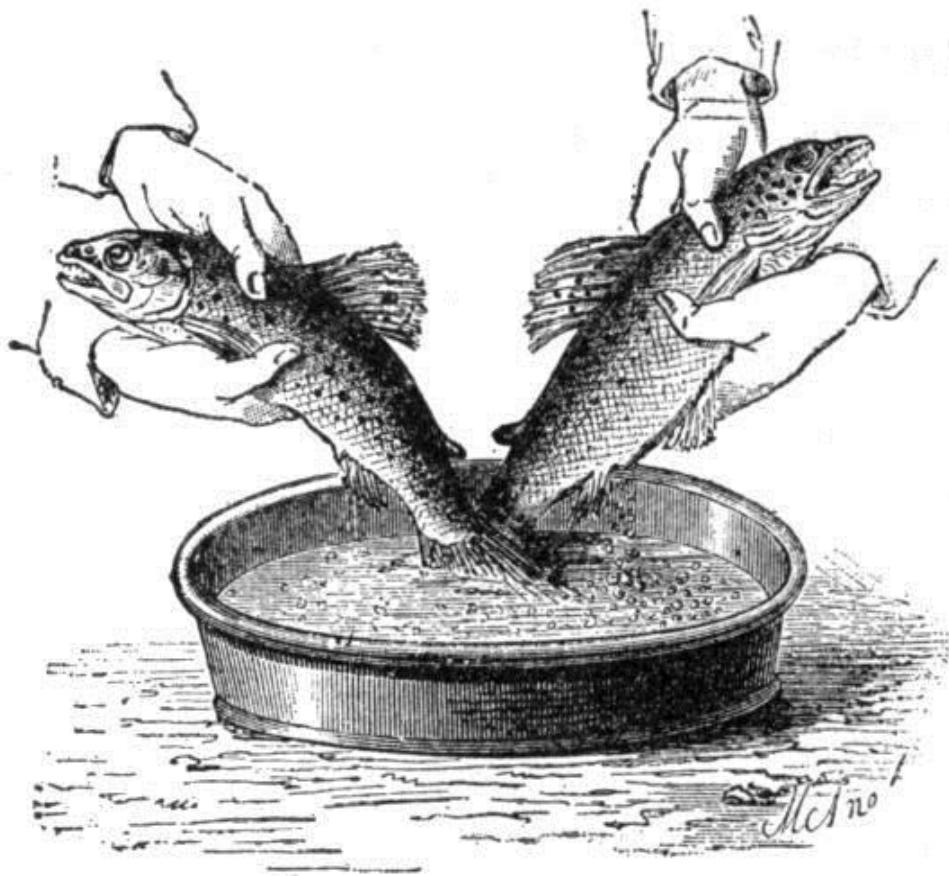


Рис. 226. Искусственное оплодотворение. Яйцеклетки и сперматозоиды выдавливаются в емкость с водой.

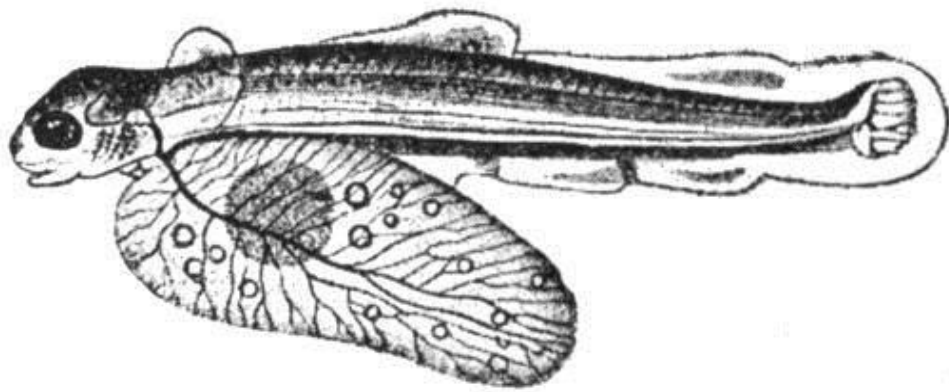


Рис. 227. — Только что вылупившаяся форель с прилипшим желточным мешком, большими глазами и плавниками, представляющими собой просто складки кожи. (Увеличено.)

Размножение. Самка откладывает неоплодотворенные яйца, или яйцеклетки, в укромном месте на дне. Затем самец откладывает сперматозоиды в том же месте (см. [рис. 225](#)). Незащищенные икры и только что вылупившиеся рыбки служат пищей для рыб того же и других видов. Чтобы компенсировать эту большую гибель, большинство рыб откладывают (нерестятся) много тысяч икринок, из которых очень немногие достигают зрелости. Высшие позвоночные (*например, птицы*) благодаря своему превосходству в интеллекте поднялись над этим расточительным способом размножения. Некоторые виды морских рыб, в частности треска, сельдь и лосось, проплывают много миль вверх по рекам, чтобы нереститься. Возможно, это связано с тем, что изначально они были пресноводными видами; однако они гибнут, если их поместить в пресную воду, за исключением периода

нереста. Они устремляются вверх по течению () из-за *инстинкта*, который является просто унаследованной привычкой. Реки могут быть более безопасными для их молодняка, чем океан (). Они изнурены и истощены путешествием и никогда не выживают, чтобы отложить икру во второй раз.

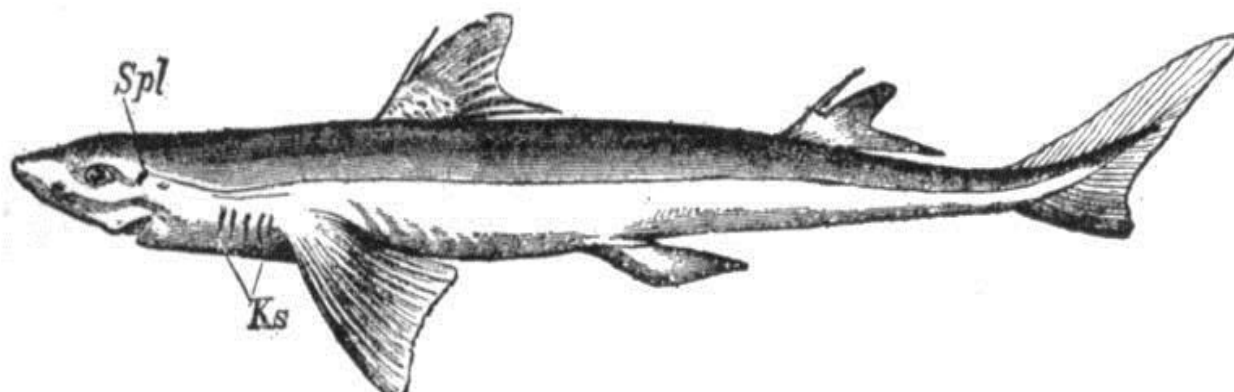


Рис. 228. АКУЛА (*Acanthias vulgaris*).

Плавательный пузырь развивается из пищевого трубочка у эмбриона рыбы и является гомологичным легким у высших позвоночных. Имеют ли они одинаковые функции?

Рыбы, питающиеся мясом, имеют короткий кишечник. Те, которые питаются растениями, имеют длинный кишечник. Какой вид пищи переваривается быстрее?

В коже рыбы есть слизистые железы, которые выделяют секрет, облегчающий движение в воде; поэтому свежельовленная рыба, пока секрет не высох, кажется очень скользкой.

Плавательный пузырь, хотя и гомологичен легким, не является органом дыхания у обычных рыб. Он наполняется газами, образующимися из крови, и может уменьшаться в размерах за счет сокращения мышц по бокам тела, что заставляет рыбу тонуть. У панцирных рыб и других ганоидов плавательный пузырь содержит кровеносные сосуды, соединен с пищеводом и используется для дыхания. Органы, выполняющие одну и ту же функцию у разных животных, называются аналогичными. Чему у человека аналогичны жабры рыб? Органы, имеющие одинаковое положение и происхождение, называются гомологичными. Плоскопластинчатый жаберный мешок рыб гомологичен легким человека, но, поскольку они не выполняют одинаковую функцию, они не являются аналогичными.

Чем хвост акулы или панцирной рыбы отличается от хвоста обычных рыб? (Рис. 228.) Знаете ли вы рыб, лишенных чешуи? Знаете ли вы рыб с хлыстообразными щупальцами на голове? (Рис.) Почему у большинства рыб нижняя сторона тела белая?

Сравнительный обзор. — (Скопируйте таблицу на одну страницу или две противоположные страницы тетради.)

	Есть ли ГОЛОВА?	Метод КОРМЛЕНИЯ	ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ	Воспро- воспроизведение	Чувства
			ОРГАНЫ и ПИЩЕВАРЕНИЕ		

Амеба					
Губка					
Гидра					
Морская звезда					
Дождевой червь					
Оса					
Мидия					
Рыба					



Рис. 229. — Рисование сены.

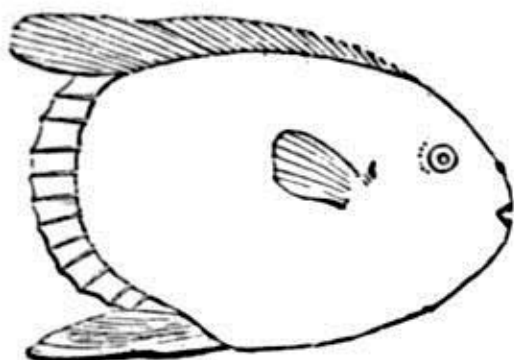


Рис. 230. — СОЛНЕЧНАЯ РЫБА.

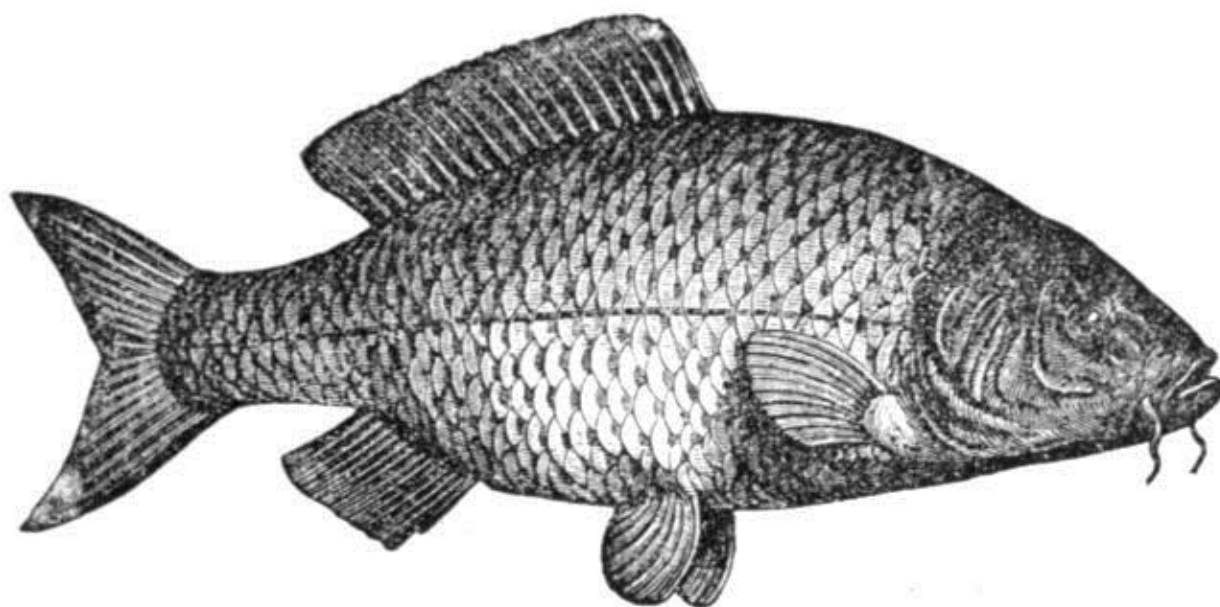


Рис. 235. — КАРП.

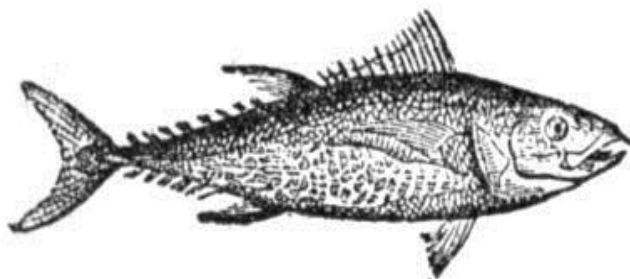


Рис. 231. — Тунец.

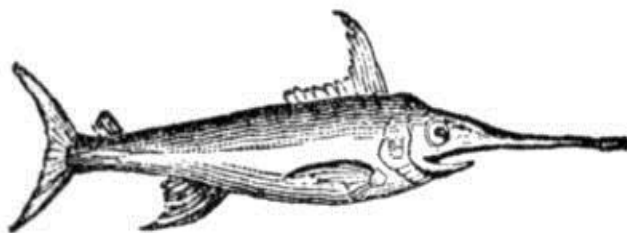


Рис. 232. — Меч-рыба.

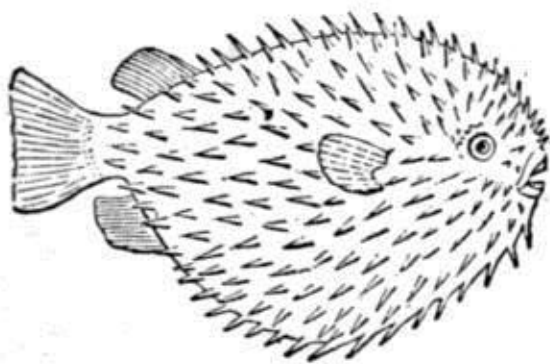


Рис. 233. — Рыба-пузырь.

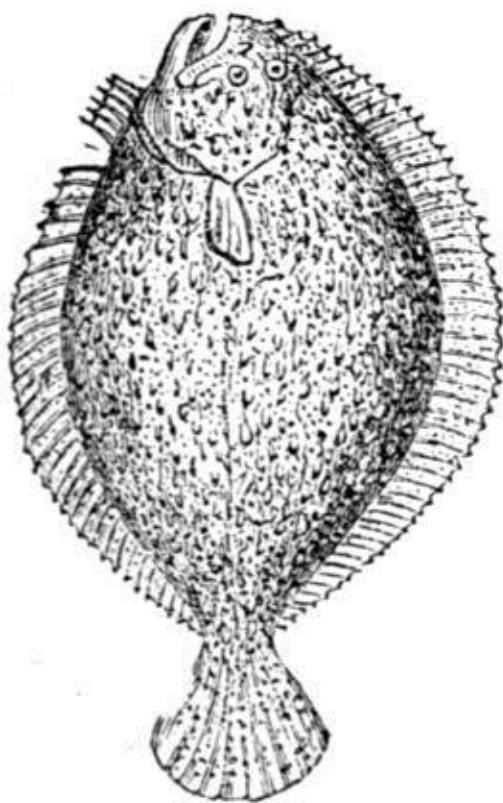


Рис. 234. — Тюрбо.

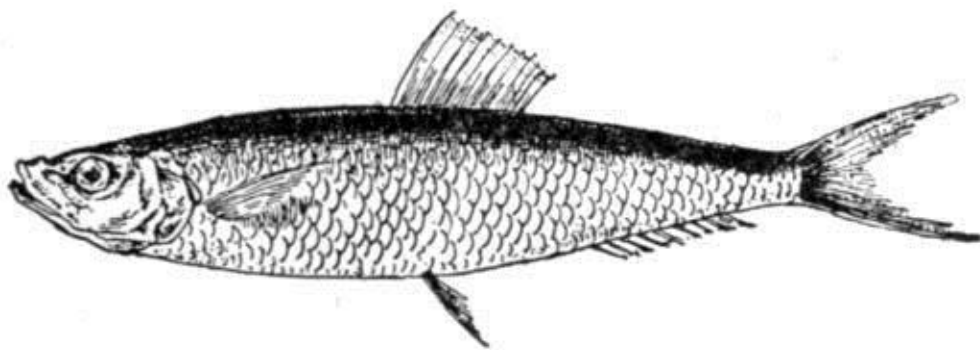


Рис. 236. Сельдь.

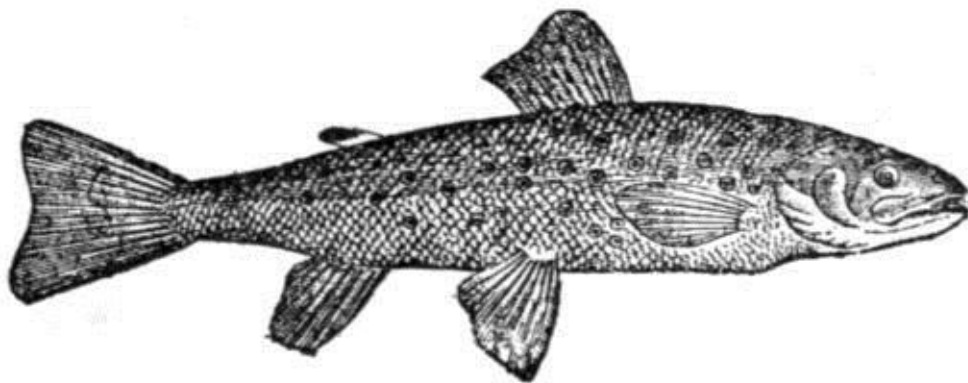


Рис. 237. — Пятнистая форель.

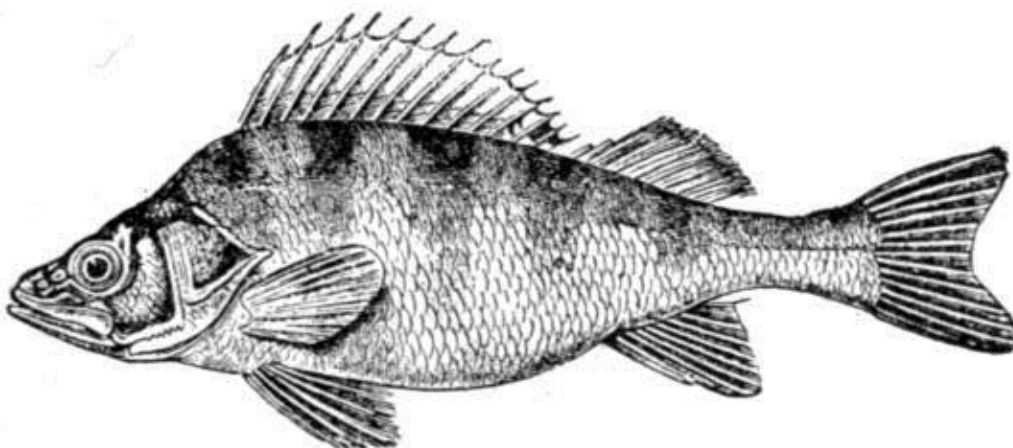


Рис. 238. Окунь.

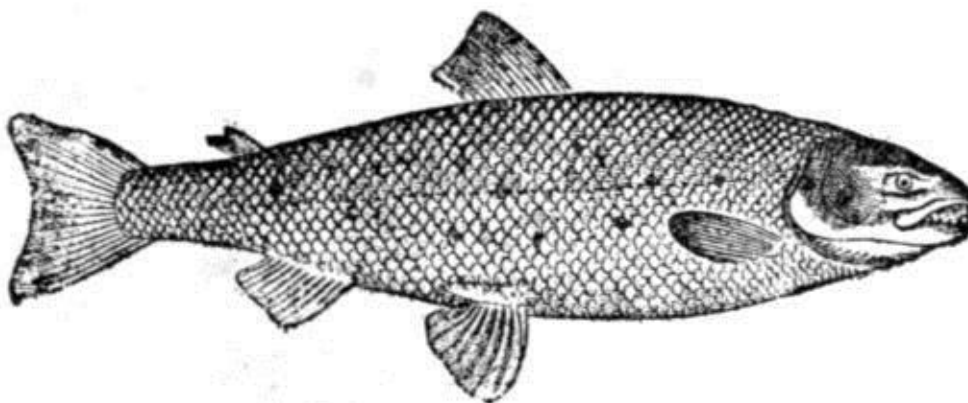


Рис. 239. — Лосось.

Семь съедобных рыб. Три любопытные рыбы.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОТЧЕТЫ. (Энциклопедия, тексты, словарь.)

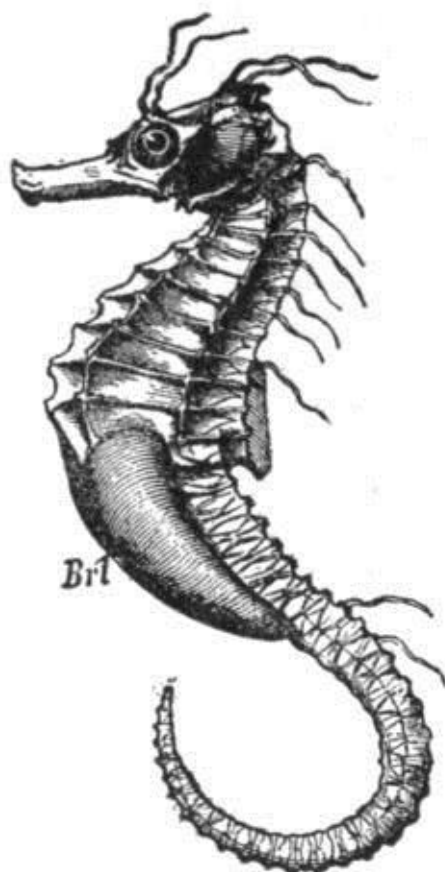


Рис. 240. Морской конек (*гиппокамп*) с инкубационным мешком, *Br1*.

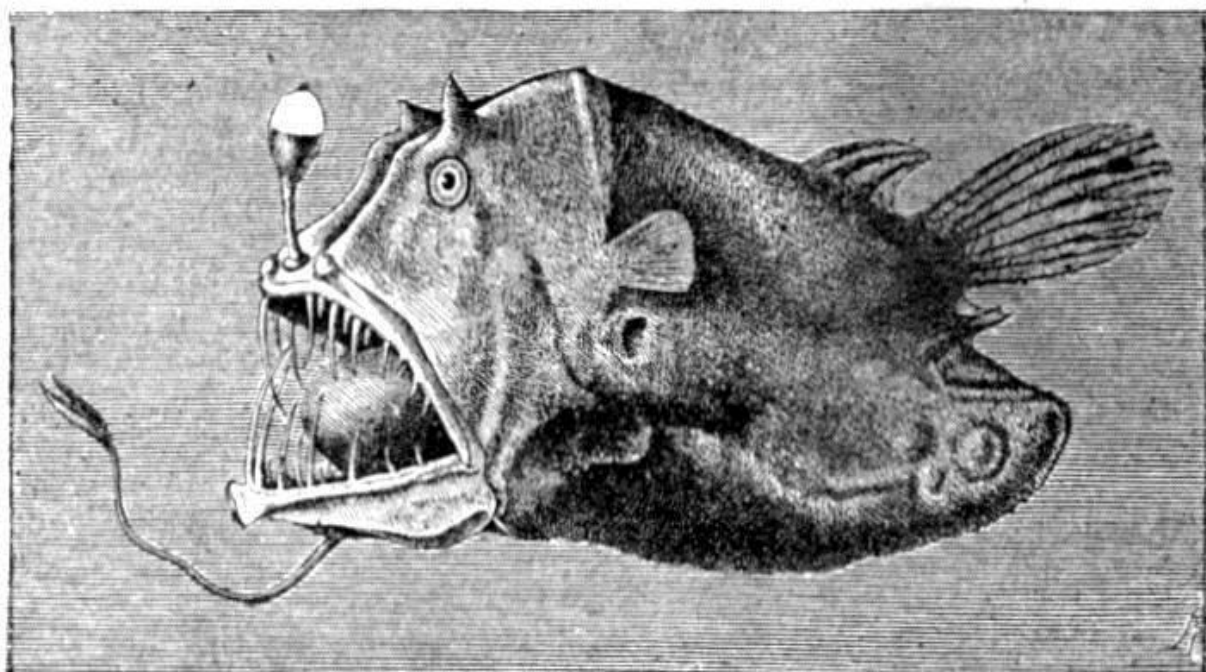


Рис. 243. — СВЕТАЩАЯСЯ РЫБА (*Linophryne lucifer*). (По Коллетту.)

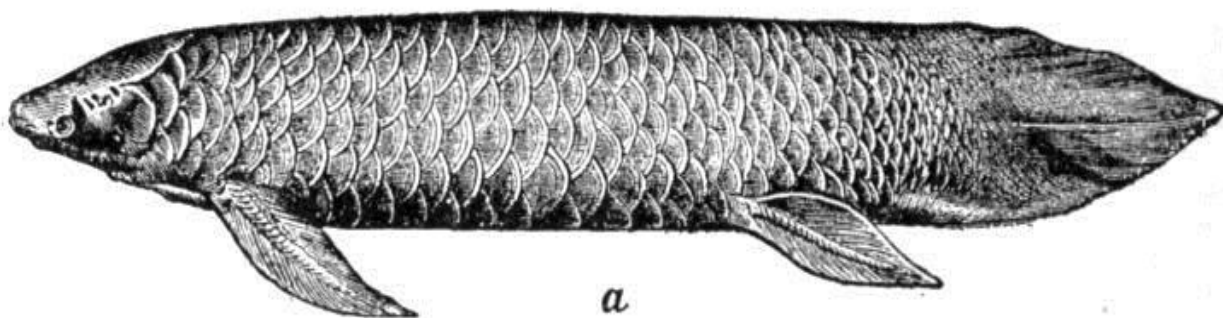


Рис. 244. — Австралийская РЫБА-ЛЕГОН (*Ceratodus miolepis*).

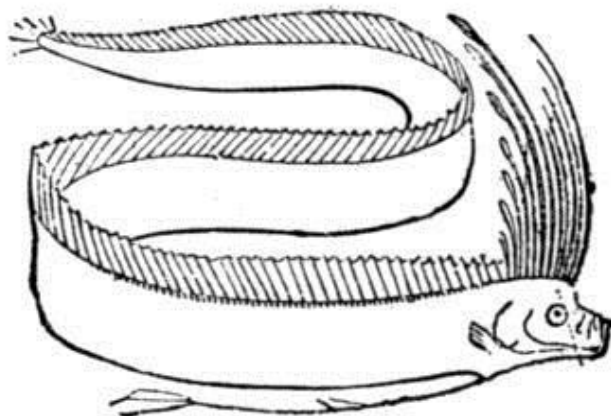


Рис. 241. — ПОЛОСАТАЯ РЫБА.

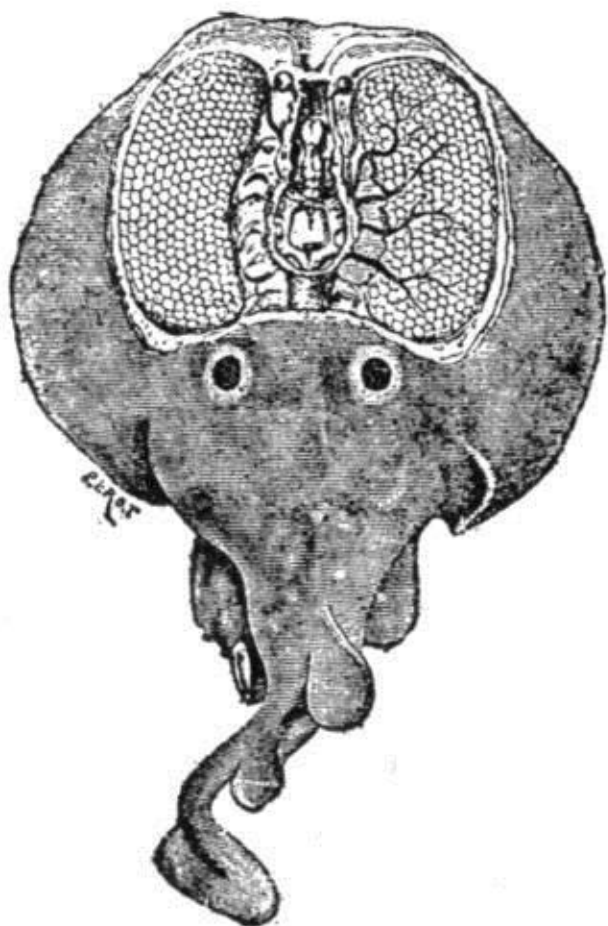


Рис. 242. Торпеда. Электрические органы справа и слева от мозга.

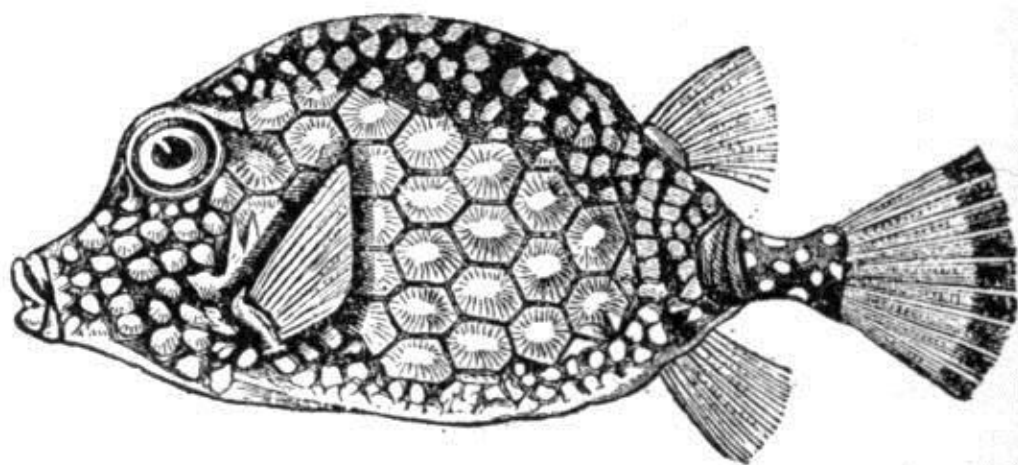


Рис. 245. — Рыба-сундук.

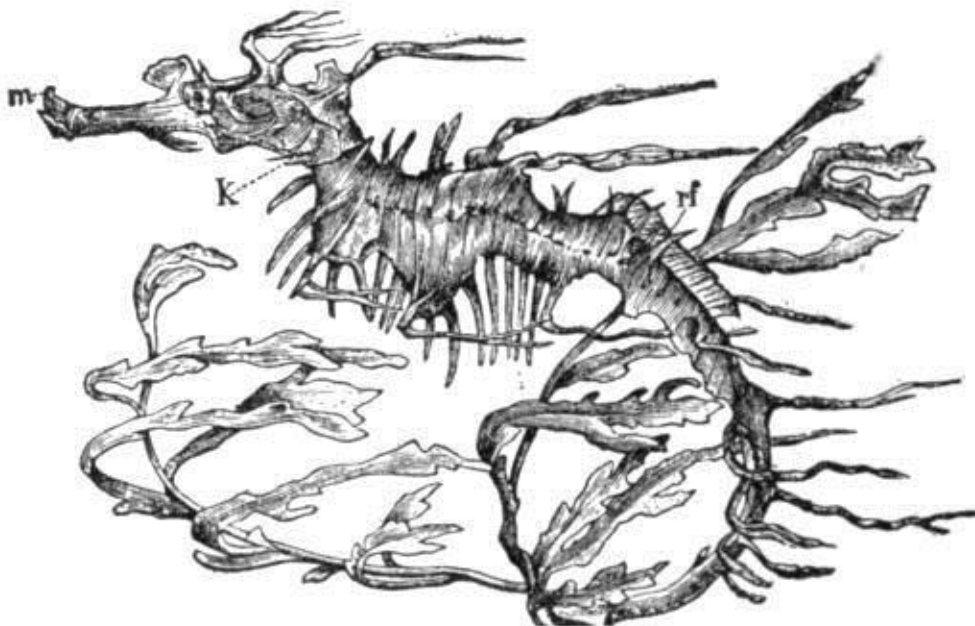


Рис. 246. — РЫБА-ВОДОРОСЛЕД. $\times \frac{1}{5}$ (*Phyllopteryx eques*).

Необычные рыбы. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОТЧЕТЫ. (Энциклопедия, тексты, словарь.)

КЛЮЧ К ВЕТВЯМ ИЛИ ПОДЦАРСТВАМ

A ₁	Одноклеточные животные (<i>Протозоа</i>)	I. ПРОСТЕЙШИЕ	
A ₂	Многоклеточные животные (<i>Многоклеточные</i>)		
B ₁	ЛУЧЕВЫЕ (вокруг центра). Без головы; все водные, похожи на растения и часто прикреплены ко дну		
C ₁	Стенки тела служат пищеварительными органами		
D ₁	Множество отверстий, без щупалец	II. ГУБКИ (<i>Porifera</i>)	
D ₂	Одно отверстие, которое является одновременно ртом и выходом; щупальца для захвата добычи	III. ПОЛИПЫ (<i>Cœlenterata</i>)	
C ₂	Пищеварительная трубка отделена от стенки тела, кожа покрыта шипами	IV. ИГЛОКОЖИЕ	
B ₂	ДВУСТОРОННЕЕ с передним и задним концом; спинной и брюшной поверхностью		
C ₁		Тело состоит из последовательных сегментов; ноги без суставов	V. VERMES
C ₂		Внешний скелет из последовательных	VI. ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

	колец; сочлененные ноги		
C ₃	Мягкое тело; без скелета; обычно с известковым панцирем	VII.	МОЛЛЮСКИ
C ₄	Внутренний сочлененный скелет, прикрепленный к оси или позвоночному столбу	VIII.	ПОЗВОНОЧНЫЕ

Примеры. Назовите, к какому отряду относится каждое из следующих животных: рак, дождевой червь, многоножка, белый червь, морская анемона, амеба, ленточный червь, гусеница, жук, воробей, змея, устрица, морская звезда, рыба. Будьте готовы объяснить причину каждой классификации.

Классы в отделе позвоночных: 1. Рыбы (*pisces*). 2. Лягушки и саламандры (*batrachia*). 3. Рептилии (*reptilia*). 4. Птицы (*aves*). 5. Млекопитающие (*mammalia*).

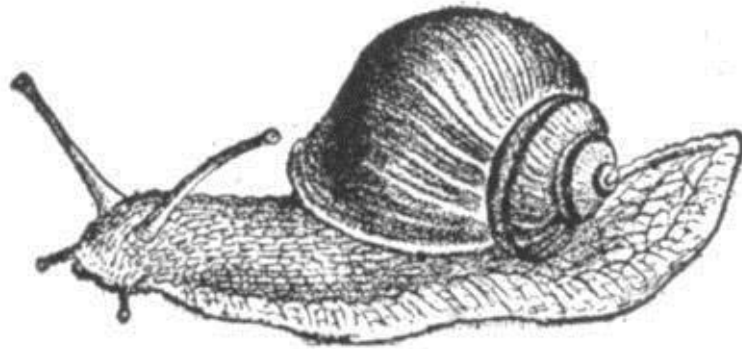


Рис. 247. Улитка. (К какой ветви относится? Почему?)

ГЛАВА XI

БАТРАХИИ

Теория эволюции учит, что животная жизнь началась в очень простой форме в море, а затем высшие морские животные утратили жабры, развили легкие и ноги и вышли жить на сушу; поистине удивительный процесс, невероятный для многих, хотя он повторяется каждую весну в бесчисленных случаях в прудах и ручьях.

В разговорном языке каждое холоднокровное позвоночное, дышащее легкими, называется рептилией. Название «рептилия» правильно применяется только к ящерицам, змеям, черепахам и аллигаторам. Распространенная ошибка, когда лягушек и саламандр называют рептилиями, возникает из-за того, что их рассматривают только в зрелом состоянии. Рептилии вылупляются из яиц в виде крошечных рептилий, напоминающих взрослых особей; лягушки и саламандры, как всем известно, выходят из яиц в виде головастиков ([рис. 248](#)). Тот факт, что лягушки и саламандры начинают активную жизнь как рыбы, дыша жабрами, позволяет отличить их от других холоднокровных животных и заставляет натуралистов отнести их к отдельному классу, называемому *batrachia* (двудышащие) или *amphibia* (двойная жизнь).

ГОЛОВАСТИКИ

Предложения. — Головастиков можно изучать, поместив несколько лягушачьих яиц в банку с водой, стараясь не помещать большое количество яиц в небольшой объем воды. Когда они вылупятся, следует добавить водные растения (*например*, зеленые водоросли) в качестве пищи. Поведение лягушек лучше всего изучать в ванне с водой. Жабе в неволе следует обеспечить прохладное, влажное место и хорошо кормить. Кусочек мяса, помещенный рядом с жабой, может привлечь мух, и можно наблюдать, как жаба ловит их, но ее движения настолько быстры, что почти незаметны. Живых мух можно поместить в стеклянную банку с жабой. Жабы не двигаются до сумерек, за исключением в пасмурную, влажную погоду. Весной они возвращаются в пруды и ручьи, чтобы отложить яйца. Это время для лягушек и жаб обозначается трелью. Все лягушки, за исключением древесных, остаются в воде или рядом с ней в течение всего года.

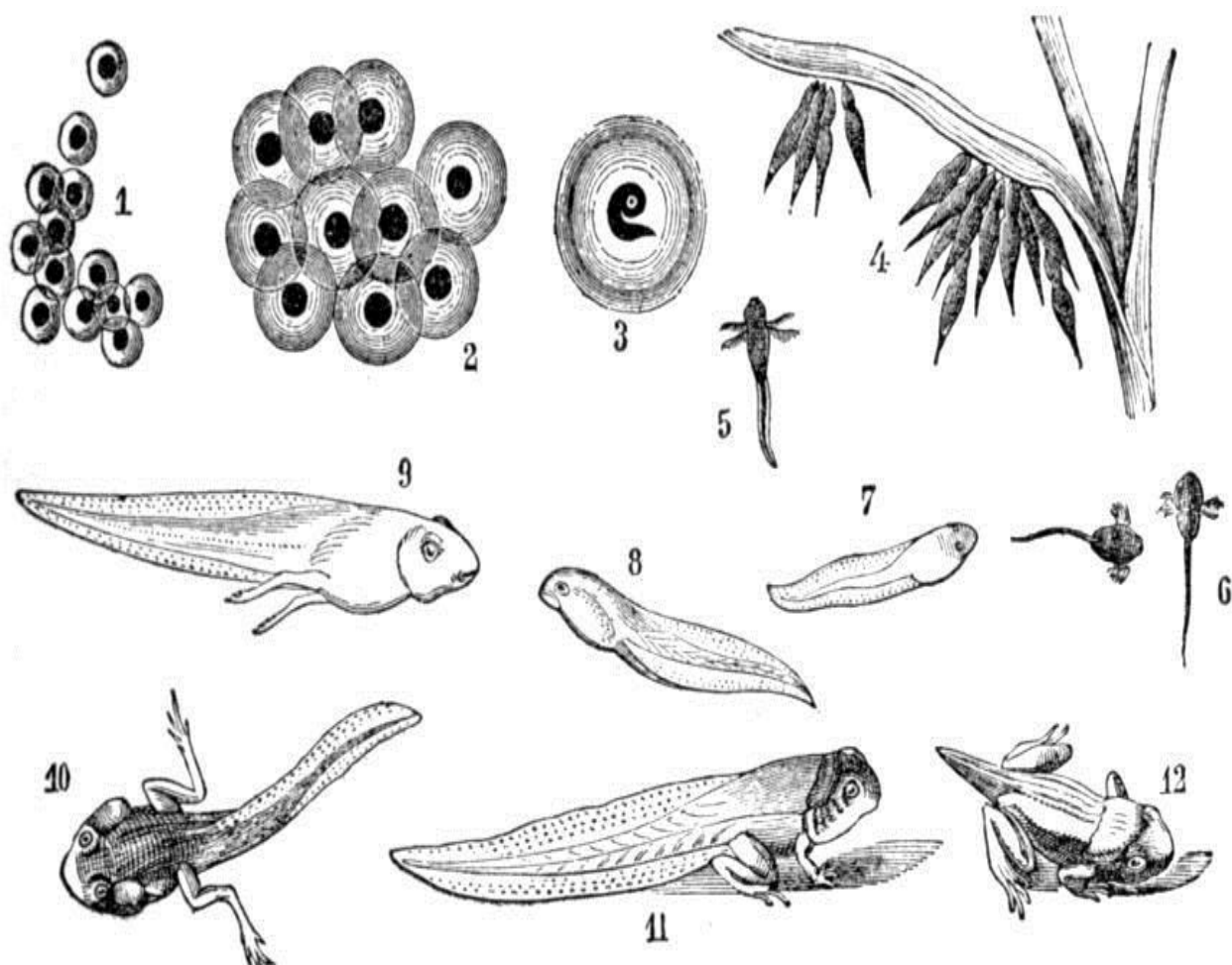


Рис. 248. — Метаморфозы лягушки, пронумерованные по порядку.

Яйца вылупляются и головастики растут быстрее в банке с водой, хранящейся в теплом месте, или в холодном месте? В прудовой воде или питьевой воде? Можно ли увидеть, как головастики двигаются в яйцах перед вылуплением? Когда появляются наружные жабры? ([Рис. 248.](#))

Какие **части тела** можно описать у головастика? Какова форма хвоста? *Сравните головастика с рыбой* по (1) общей форме, (2) покрытию, (3) плавникам, (4) хвосту, (5) жабрам.

Внешние **жабры** исчезают до или после появления зачатков конечностей? (6, 7, [рис. 248.](#)) Можно ли найти жабры после того, как они становятся внутренними? ([рис. 249.](#))



Рис. 249. — Головастик, вид снизу, с кишечником и внутренними жабрами. (Увеличено.)

В каком состоянии развития находятся *ноги*, когда головастик впервые поднимается на поверхность, чтобы дышать? Какие ноги появляются первыми? В чем заключается

преимущество этого? Что происходит с хвостом? Исчезает ли хвост полностью до того, как лягушка впервые покидает воду? Головастики обычно находятся в движении или в покое?

Виден ли **кишечник** через кожу? ([Рис. 249.](#)) Он прямой или спиралевидный? Вспомнив, почему у некоторых рыб кишечник больше, чем у других, а у коровы кишечник длинный, а у кошки короткий, объясните, почему у головастика кишечник относительно длиннее, чем у лягушки.

Сравните рот, челюсти, глаза, кожу, тело и повадки *головастика и лягушки*.

Лягушки

Докажите, что лягушки и жабы приносят *пользу человеку*. Знаете ли вы, чтобы лягушка или жаба уничтожила что-либо полезное, причинила кому-либо вред или вызвала бородавки? Сколько учеников в классе когда-либо имели бородавки? Имели ли они дело с лягушками до появления бородавок? Лягушки — интересные, кроткий и пугливые животные. Почему они вызывают отвращение у некоторых людей?

Окружающая среда. — *Где обитает* наибольшее количество лягушек? Что происходит, когда им угрожает опасность? Какие у них есть *враги*? Какой цвет или оттенок наиболее преобладает у лягушки? Цвет «подражает» или *имитирует* окружающую среду? Какого цвета нижняя часть тела? ([Рис. 250.](#)) Почему этот цвет обеспечивает большую безопасность? Какие враги могут увидеть водных лягушек снизу? Имитируют ли древесные лягушки кору? Листья?

Может ли лягушка *находиться под водой* неограниченное время? Почему да или почему нет? Какая часть лягушки находится над поверхностью воды, когда она плавает или плывет в ванне с водой? Почему? Лягушки квакают в воде или на берегу? Почему они квакают после дождя? Квакают ли жабы?

Яйца откладываются в стоячей или проточной воде? В открытом месте или среди палок и стеблей? Поодиночке, цепочками или массово? ([Рис. 248.](#)) Опишите яйцо. Почему лягушки в холодном климате осенью зарываются в грязь? Почему они не зарываются в грязь на дне пруда? Почему в штатах Персидского залива зарываться в грязь не нужно?

Опишите **положение** лягушки в неподвижном состоянии ([рис. 250](#)). Какие преимущества дает такое положение? Использует ли лягушка передние лапы для плавания или прыжков? А задние? Как лягушка приспособлена к прыжкам? Сравните ее в этом отношении с прыгающим насекомым и прыгающим млекопитающим. Как она приспособлена к плаванию? Общее строение ее тела больше подходит для плавания или для прыжков? На какое расстояние может прыгнуть лягушка?

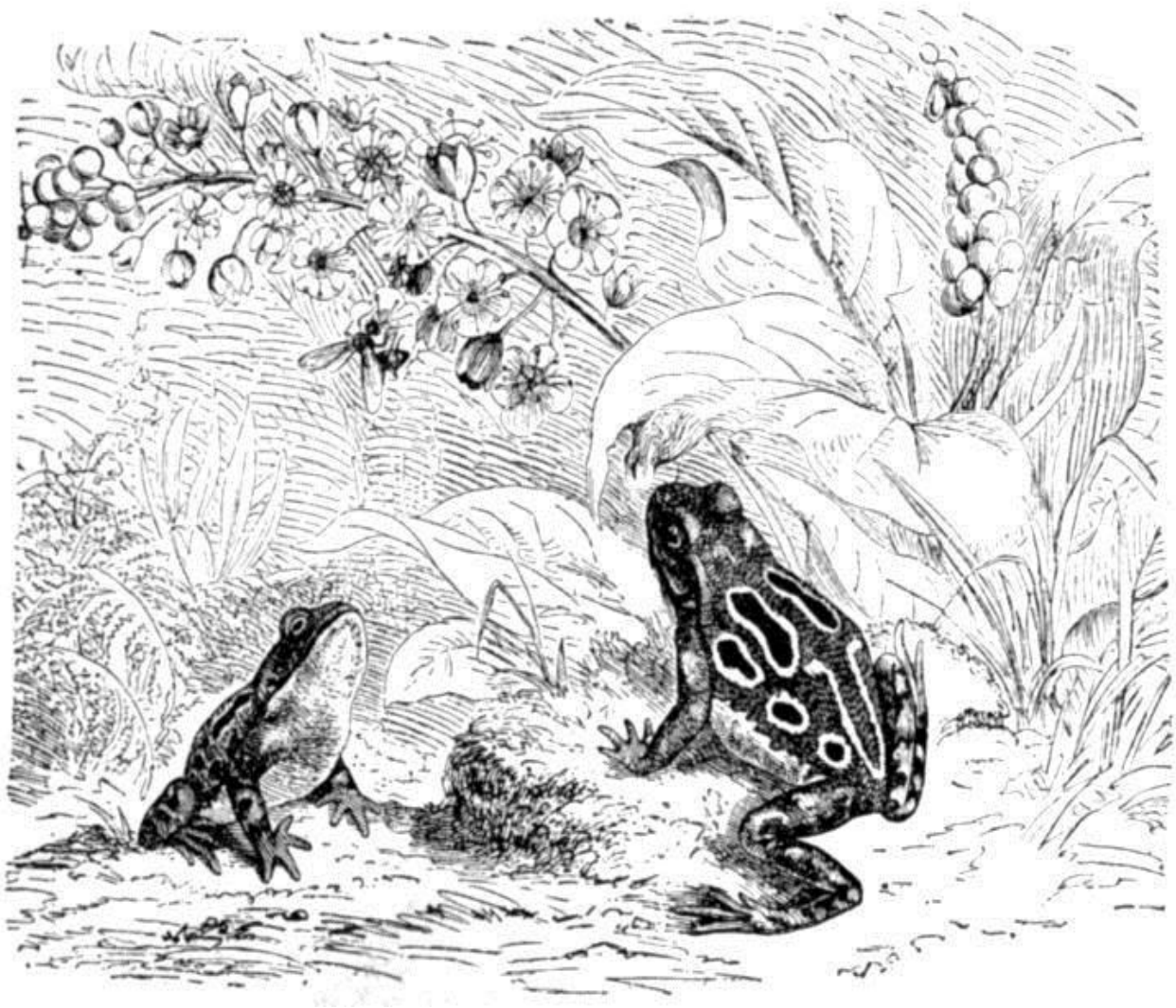


Рис. 250. — Раскрашенная лягушка (*Chorophilus ornatus*) из Мексики.

Внешние особенности. Можно сказать, что *тело лягушки* состоит из двух частей: головы и туловища. Шея практически отсутствует (), так как перед плечами находится только один позвонок ([рис. 252](#)), хотя у большинства позвоночных животных шея состоит из семи позвонков (шейных). Хвостовых позвонков нет даже у головастика лягушек и жаб.

С какой стороны *голова* кажется треугольной? Голова лягушки более заостренная, чем голова жабы. Череп представляет собой закрытую конструкцию из широких костей или открытую конструкцию из узких костей? ([Рис. 252.](#))

Опишите *рот*. Обратите внимание на размер раскрытия рта ([рис. 251](#)). Есть ли *зубы* на верхней челюсти? На нижней челюсти? Зубы острые или тупые? Жаба жует пищу? *Язык* тонкий или толстый? ([Рис. 251.](#)) Он прикреплен к передней или задней части рта? В каком направлении простирается свободный конец, когда язык лежит плоско? Конец заостренный или лопастной? Насколько далеко вытягивается язык? Для чего он используется? Почему лучше, чтобы зубы находились в верхней челюсти, а не в нижней? О том, что зубы мало пригодны, свидетельствует тот факт, что жаба с похожими привычками питания не имеет зубов. Поймает ли жаба и проглотит ли пулю или камешек, покотившийся перед ней? Жаба привыкла к живой пище, поэтому предпочитает движущихся насекомых неподвижным.

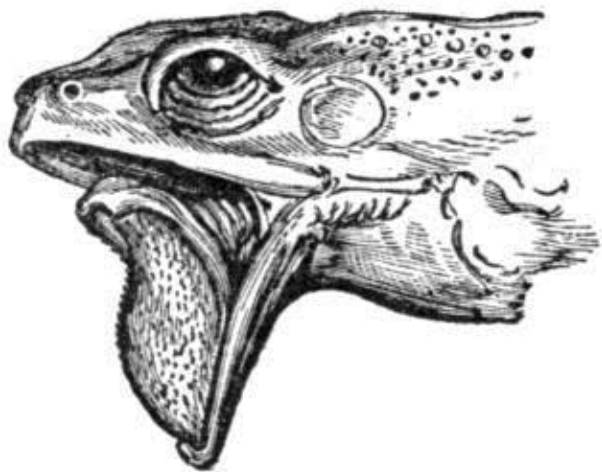


Рис. 251. Голова лягушки.

Органы чувств. Сравните *глаза* с глазами рыбы по положению и частям. Глаза выпуклые или глубоко посаженные? Прикоснитесь к глазу живой лягушки. Можно ли его втянуть? Какова форма зрачка? Цвет радужной оболочки? Глаз яркий или тусклый? Что, вероятно, породило суеверие, что у жабы в голове есть драгоценный камень? Есть ли третье веко? Одинаковой ли толщины верхнее и нижнее веко ()? Каким веком она моргает? Закрывает глаз?

Обратите внимание на большую овальную барабанную перепонку или тимпан. В каком направлении она расположена относительно глаза? ([Рис. 251.](#)) А относительно рта? Есть ли у лягушки выступающие уши? Хорошо ли она слышит? Почему вы так ответили? Как и в человеческом ухе, из рта к внутренней стороне тимпана ведет трубка (евстахиева труба).

Сколько *ноздрей*? ([Рис. 251.](#)) Они расположены близко друг к другу или отдельно? Большие или маленькие? Щетина, вставленная в ноздрю, попадает в рот недалеко от задней части нёба. Почему она должна отличаться от рыбной?

Чем отличаются *передние и задние лапы*? Сколько пальцев на передней лапе или руке? На задней лапе? На какой лапе один из пальцев является рудиментарным? Почему передняя конечность не помогает при движении тела при прыжке? Пальцы поворачиваются внутрь или наружу? ([Рис. 250.](#)) Как лягушка задает направление прыжку? В чем заключался бы недостаток постоянных прыжков вперед при бегстве? Какие ноги более полезны при приземлении?

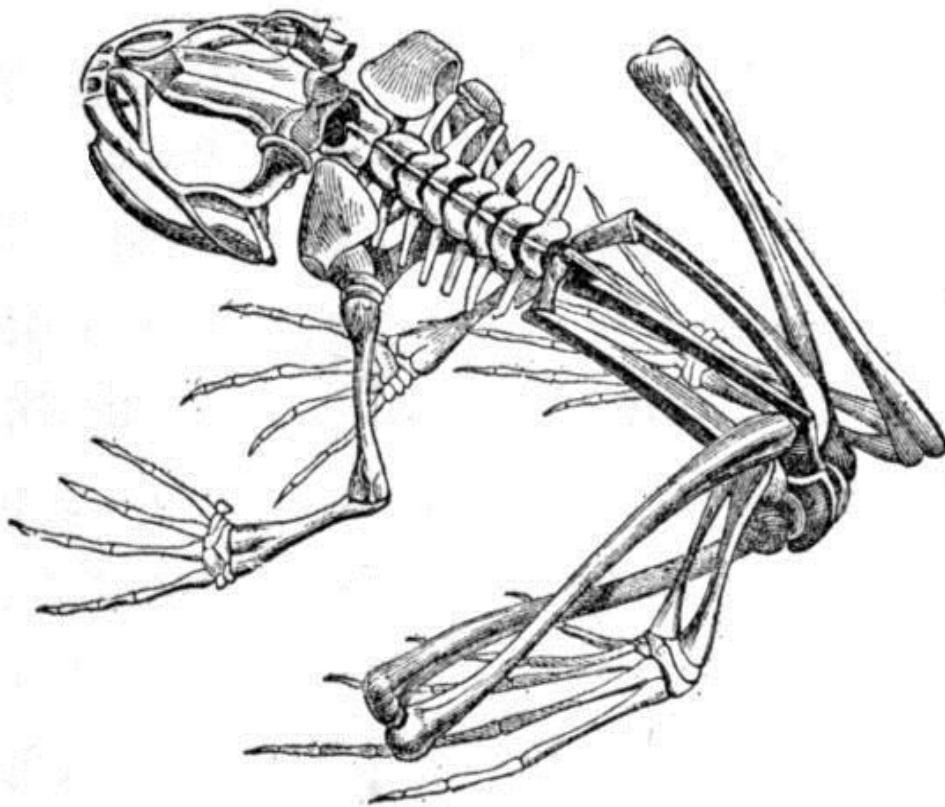


Рис. 252. Скелет лягушки.

Разделение конечностей. Различайте плечо, предплечье и кисть в передней конечности ([рис. 252](#) и [253](#)). Сравните со скелетом человека ([рис. 399](#)). Имеют ли руки человека и лягушки по одной кости в плече и по две в предплечье? Обе имеют несколько тесно соединенных костей в запястье и пять отдельных костей в ладони (). Есть ли у лягушки пальцы с тремя суставами? Сравните также ногу человека и заднюю ногу лягушки ([рис. 253](#) и [399](#)). Имеет ли бедро по одной кости? Голень человека имеет две кости: большеберцовую и малоберцовую. Видите ли вы канавку у конца большеберцовой кости лягушки ([рис. 252](#)), указывающую на то, что она образовалась в результате слияния большеберцовой и малоберцовой костей? Первые две из пяти костей голеностопа удлиненные, что придает задней ноге вид, будто у нее есть дополнительный сустав ([рис. 253](#)). Стопа состоит из шести пальцев, один из которых, как большой палец на передней конечности, является рудиментарным. Пять развитых пальцев образуют пять пальцев типичной стопы позвоночных. Помимо пяти костей, соответствующих подъему стопы, пальцы имеют по две, три или четыре кости. Как задняя стопа приспособлена для плавания? Какой сустав ноги содержит больше всего мышц? ([Рис. 254.](#)) Найдите другие кости лягушки, аналогичные по положению и схожие по форме с костями человеческого скелета.

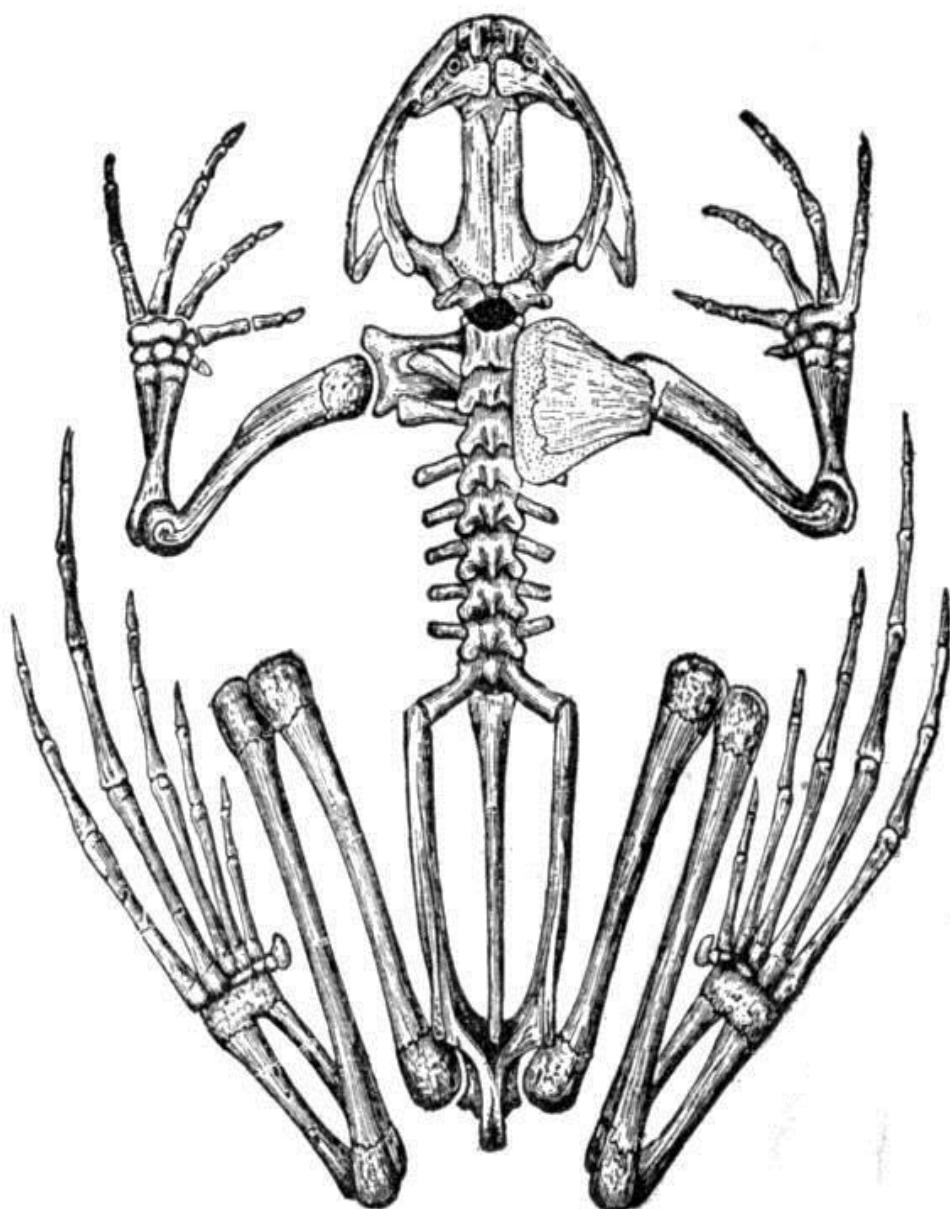


Рис. 253. Скелет лягушки.



Рис. 254. Мышцы ноги лягушки.

Кожа лягушки плотная или рыхлая? Имеет ли она какие-либо придатки, соответствующие чешуе, перьям или волосам других позвоночных? Кожа шероховатая или гладкая? Кожа жабы снабжена железами, которые иногда набухают; они образуют горькую секрецию и, в некоторой степени, могут служить защитой. Однако птицы и змеи не колеблются проглатывать жаб целиком. Покажите, как верхняя и нижняя поверхности лягушки иллюстрируют защитную окраску.

Все амфибии имеют большие и *многочисленные кровеносные сосуды в коже*, через которые происходит обмен газами с воздухом, поэтому кожа почти равна *третьему легкому*. Чтобы кожа могла функционировать таким образом, она не должна становиться сухой. Используя этот факт, объясните некоторые привычки жаб и лягушек.

Если лягушку держать в темноте или на темной поверхности, *ее кожа станет темнее*, чем если держать ее на свету или на белой тарелке. Попробовать этот эксперимент, сравнивая двух лягушек. Считается, что эта способность менять цвет обусловлена уменьшением размера определенных пигментных клеток при сокращении и увеличением при расслаблении. Эта способность в определенной степени присуща не только амфибиям, но и многим рыбам и рептилиям. Хамелеон, или зеленая ящерица из стран Персидского залива, превосходит всех других животных в этом отношении ([рис. 280](#)). Какие преимущества дает эта способность?

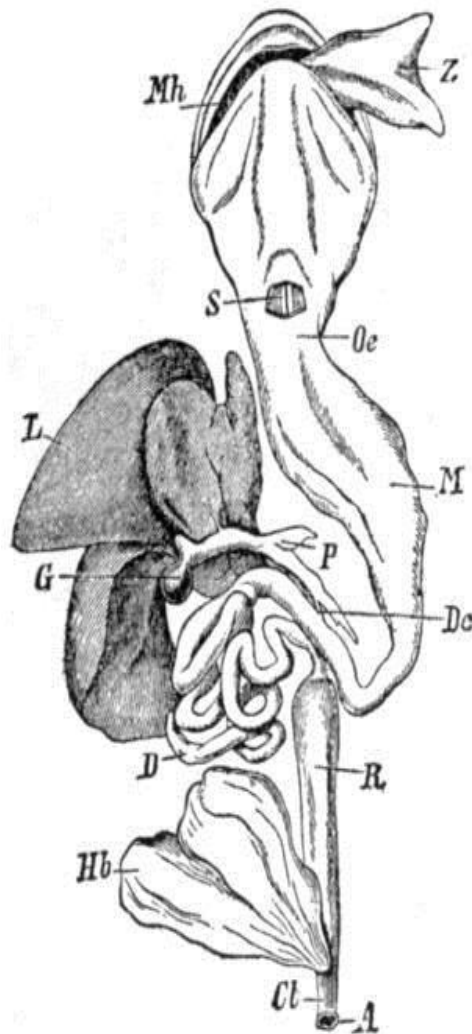


Рис. 255. Пищеварительный канал лягушки.

Mh — рот; *Z* — язык, вытянутый наружу; *S* — отверстие гортани; *Oe* — пищевод; *M* — желудок; *D* — кишечник; *P* — поджелудочная железа; *L* — печень; *G* — желчный пузырь; *R* — прямая кишка; *Hb* — мочевой пузырь; *Cl* — клоака; *A* — клоака.

Пищеварительная система. Большая полость рта соединяется коротким горлом с пищеводом (рис. 255). Из горла в легкие ведет щель, называемая голосовой щелью (рис. 255). Пищевод длинный или короткий? Широкий или узкий? Желудок короткий или удлинённый? Есть ли четкое разграничение между желудком и пищеводом, а также между желудком и кишечником? Печень большая или маленькая? Простая или дольчатая? Поджелудочная железа расположена между желудком и первым изгибом кишечника (рис. 255). Какова ее форма? Желчный проток соединяет печень с тонким кишечником (*Dc*, рис. 255). Он проходит через поджелудочную железу, от которой получает несколько панкреатических протоков. После многих изгибов тонкий кишечник соединяется с толстым кишечником. Последняя часть толстого кишечника называется прямой кишкой (лат. *rectum* — прямой). Последняя часть прямой кишки называется клоаккой (лат. *cloaca* — сток), в которую также открываются протоки из почек и половых желез. Почки большие, удлинённые и плоские. Они расположены под спинной стенкой. Мочевой пузырь также большой. Имеет ли саламандра похожую пищеварительную систему? (Рис. 256.) Почему печень и легкие (рис. 256) у саламандры длиннее, чем у лягушки?

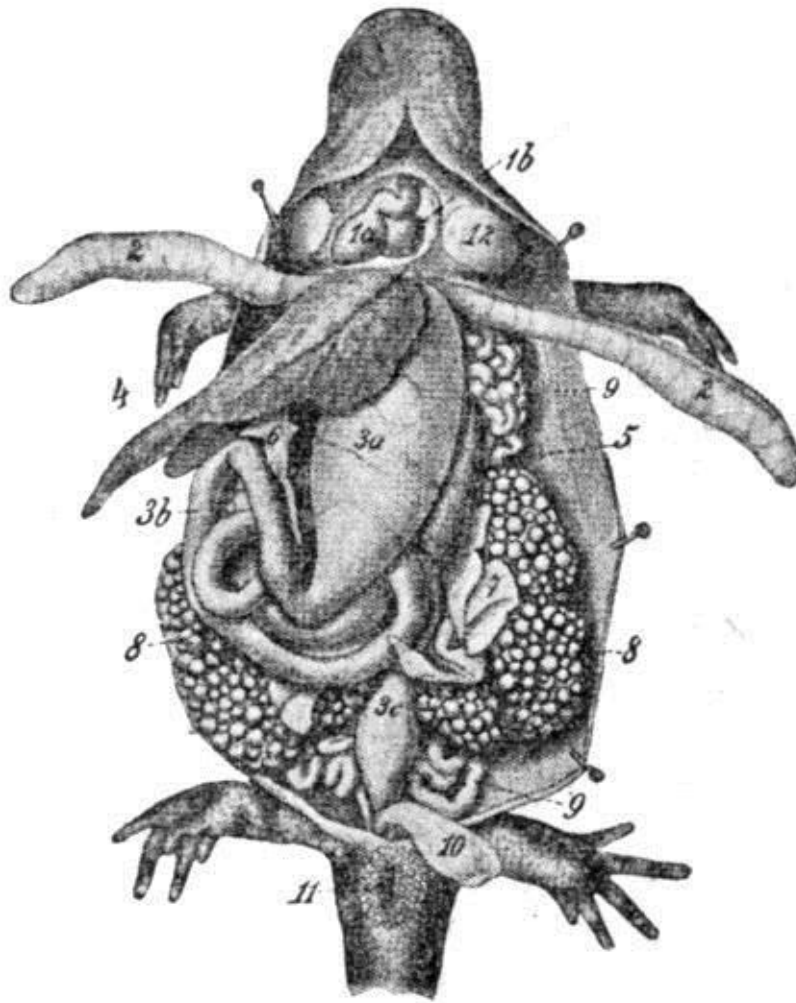


Рис. 256. АНАТОМИЯ САЛАМАНДРЫ.

1a — сердце; 2 — легкие; 3a — желудок; 3b — кишечник; 3c — толстый кишечник; 4 — печень; 8 — яйцекладки; 10 — мочевой пузырь; 11 — клоака.

Дыхание. Сколько *легких*? Они простые или дольчатые? (Рис. 256.) Разрезанное легкое имеет форму мешка с многочисленными выпуклостями на внутренней поверхности. Это увеличивает поверхность, с которой может контактировать воздух. В стенках легких находится множество капилляров (). Лягушка *дышит с открытым или закрытым ртом*? Есть ли у лягушки ребра для расширения грудной клетки? Какая часть головы расширяется и сжимается? Это движение повторяется медленно или быстро? Регулярно или нерегулярно? В ноздрях есть клапаны, которые открывают и закрывают их. Есть ли какие-либо признаки открытия и закрытия, когда горло расширяется и сжимается? Рот и горло (глоточная полость) наполняются воздухом каждый раз, когда горло раздувается, и обмен газами (какими газами?) происходит непрерывно через их стенки и стенки легких. С определенной периодичностью воздух проталкивается через голосовую щель в легкие. Через короткое время он выталкивается из легких мышцами брюшной стенки, которые давят на органы брюшной полости, а значит, и на легкие. Сразу же воздух снова проталкивается в легкие, чтобы они оставались заполненными. У некоторых видов легкие регулярно расширяются при каждом втором сокращении горла. Это проявляется в виде небольшого движения в стороны. Прекращается ли движение горла, когда лягушка находится под водой? Почему лягушка не сможет дышать (кроме как через кожу), если ее рот будет приоткрыт? Почему тот факт, что дыхание настолько замедлено, что почти прекращается во время спячки, помогает лягушке пережить зиму, не голодая? (Гл. I.) Почему

лягушки и жабы должны поддерживать влажность своей кожи? Что больше похоже на ком земли? Почему?

Сердце и кровообращение. Какова форма сердца? ([Рис. 257.](#)) Обратите внимание на два предсердия спереди и конический желудочек позади них. Большой артериальный ствол из желудочка проходит вперед за предсердиями; он делится на две ветви, которые поворачивают вправо и влево ([рис. 257](#)). Каждая ветвь сразу же делится на три артерии ([рис. 257](#)), одна из которых идет к голове, другая — к легким и коже, а третья, самая большая, — к грудной клетке (), проходит назад в туловище, где снова соединяется со своими собратьями. ([Цветной рис. 2.](#))

Обе легочные вены, возвращающиеся к сердцу с чистой кровью из легких, впадают в левое предсердие. Вены с нечистой кровью из тела впадают в правое предсердие. Оба предсердия впадают в желудочки, но полное смешивание чистой и нечистой крови предотвращается гребнями на внутренней стороне желудочка. Только у животных с четырехкамерным сердцем чистая кровь из легких проходит не смешанной и чистой во все части тела, и только такие животные являются теплокровными. Чем чище (т. е. чем больше кислорода) кровь, тем больше окисление и тепло.

Красные кровяные тельца в *крови* лягушки овальные и больше, чем у человека. Все ли они имеют ядро? ([Рис. 258.](#)) *Кровоток* в перепонке лапки лягушки — поразительное и интересное зрелище. Его легко продемонстрировать, завернув маленькую лягушку в мокрую ткань и положив ее одной лапкой на стеклянную пластинку на столике микроскопа.

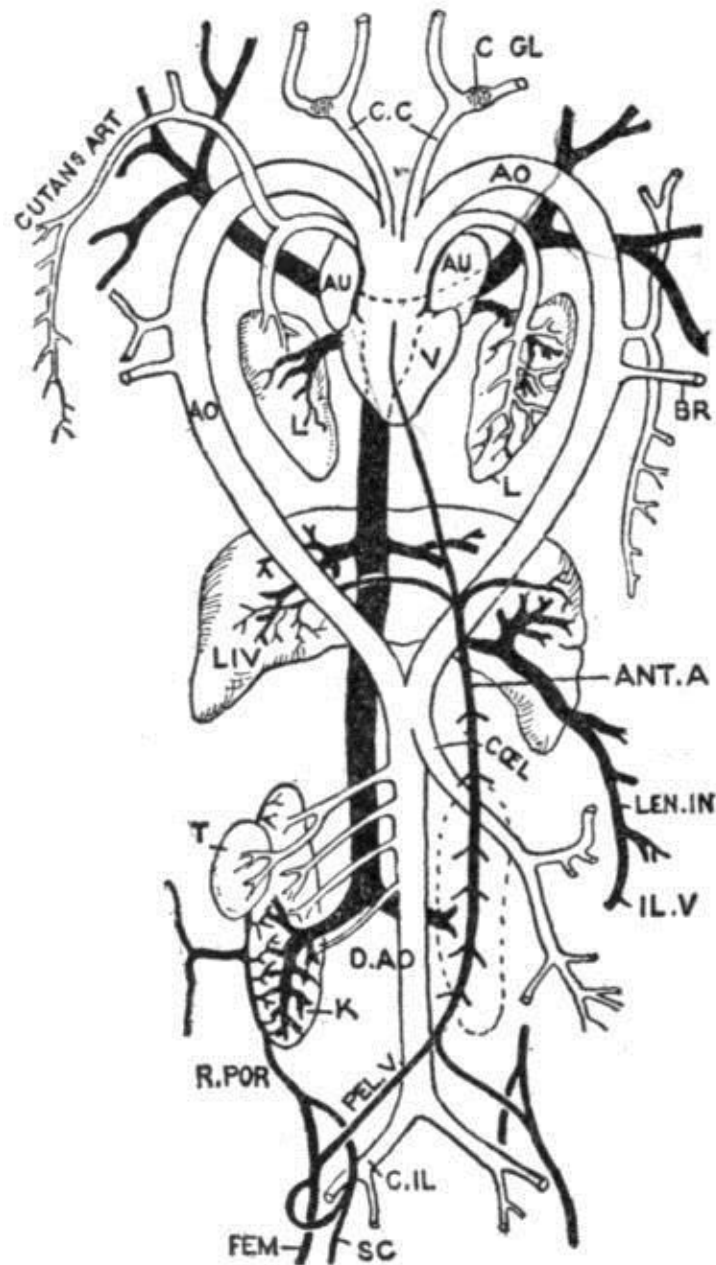


Рис. 257. Схема кровообращения лягушки.

Венозная система обозначена черным цветом, артериальная — белым. *AU* — предсердия; *V* — желудочек; *L* — легкое; *LIV* — печень. Аорта имеет одну ветвь справа и одну ветвь слева, которые соединяются ниже. Правая ветвь сохраняется только у птиц, левая — у животных и человека.

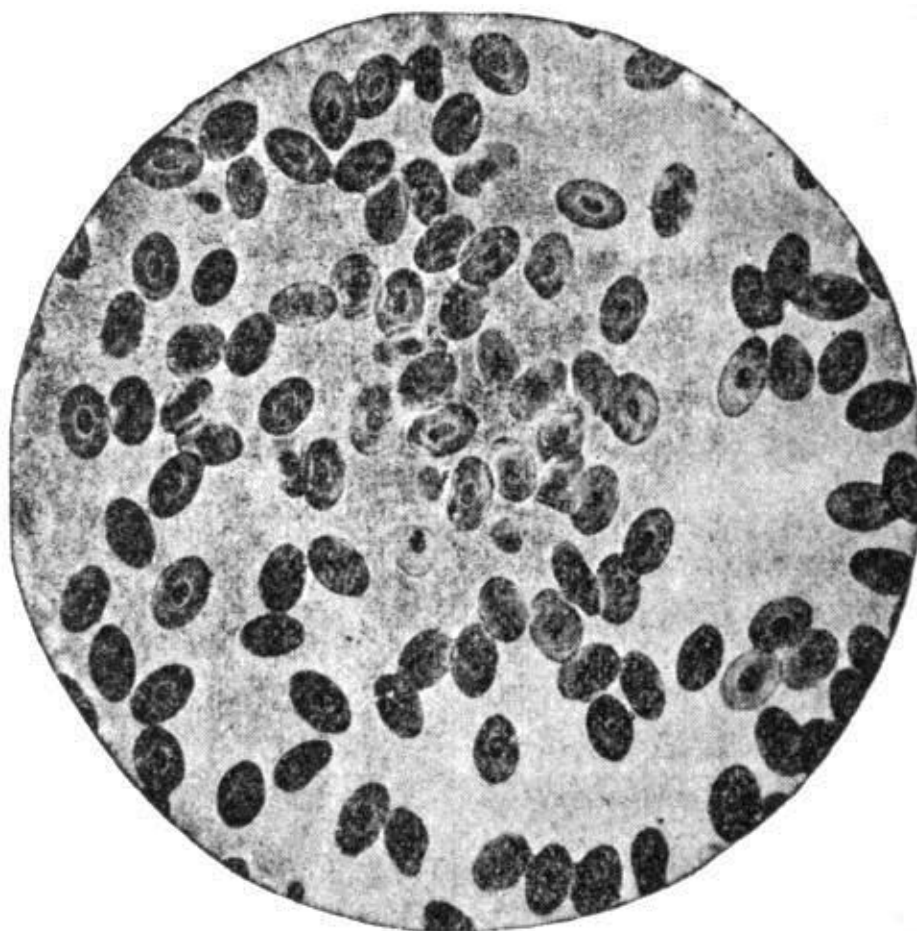


Рис. 258. Кровь лягушки (увеличение в 2500 раз). Красные кровяные тельца овальные, с ядром, больше, чем у человека. Ядра двух белых кровяных телец видны в центре. (Пибоди.)

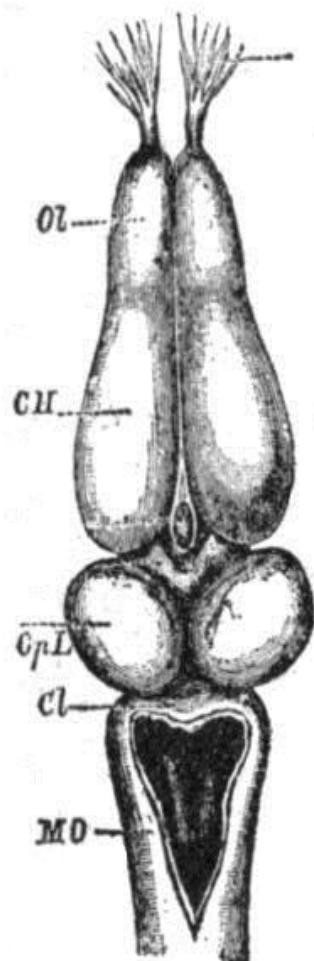


Рис. 259. Мозг лягушки.



Мозг лягушки ([рис. 259](#)) очень похож на мозг рыбы ([рис. 224](#)). *Обонятельная, мозговая и зрительная доли, мозжечок и продолговатый мозг* находятся в том же относительном положении, хотя их относительные размеры не одинаковы. По сравнению с другими частями, обонятельные доли более или менее развиты, чем у рыбы? А мозговые полушария? Зрительные доли? Мозжечок? В мозге имеется полость. Ее легко обнаружить на нижней поверхности продолговатого мозга, разрезав мембрану, которая является ее единственной оболочкой ([рис. 259](#)).

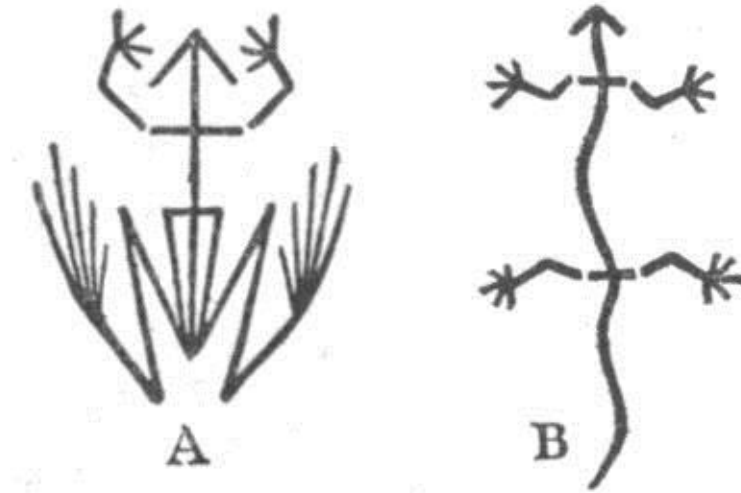


Рис. 261. — Положение ног у бесхвостых (А) и хвостатых (В) амфибий.

Лягушки и жабы приносят пользу (почему?) и не наносят ни малейшего ущерба интересам человека. Если **жаб** поощрять селиться в саду, они помогут избавиться от насекомых. В тенистом углу можно построить домик из четырех кирпичей, а еще лучше — выкопать яму глубиной в фут, чтобы обеспечить им защиту от дневной жары. Морда жабы не такая заостренная, как у лягушки (почему?), ее лапы не такие перепончатые (почему?), а кожа не такая гладкая (почему?). В случае сомнений откройте рот и проведите пальцем по верхней челюсти: у лягушки есть острые зубы, а у жабы их нет вовсе. Головастики лягушек, жаб и саламандр очень похожи. Икра жаб лежит нитками, заключенными в желе; икра лягушек — массами ([рис. 248](#)).

Любое амфибию можно легко передать по классу, поместив ее в стакан с марлей или сеткой, завязанной сверху. Его следует хранить в коробке с двумя дюймами влажной земли на дне. Если для кормления жабы нет живых насекомых, можно подвесить кусочки влажного мяса на конце веревки. Если головастики поместить в пруд или ванну в саду, вылупившиеся жабы скоро сделают разрушительных садовых насекомых редкостью.

У лягушки или **саламандры** более примитивная форма тела? Почему вы так думаете? Саламандр иногда называют грязевыми щенками. Нелепое поверье о том, что саламандры ядовиты, можно отнести к числу тех же поверьев, что жабы вызывают бородавки. Поверие древних о том, что саламандры едят огонь, возникло, вероятно, из-за того, что путешественники видели, как они вылезали из своих норок на берегу реки, над которыми были разведены костры. Их влажная кожа защищала их, пока огонь не становился очень горячим.

Опишите «грязевого щенка», показанного на [рис. 262](#). На Западе сумчатый суслик или крыса ([рис. 371](#)) иногда абсурдно называется саламандрой.

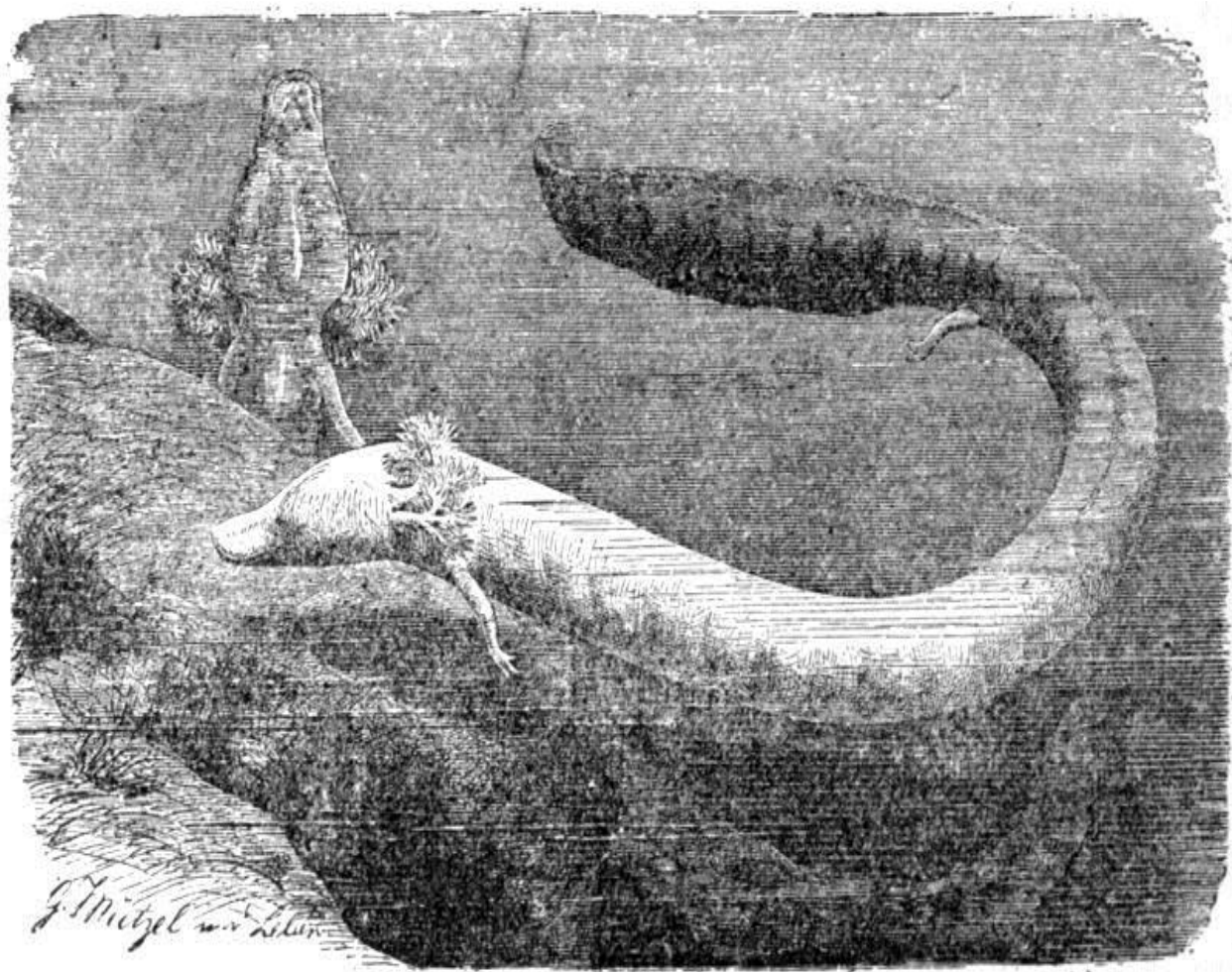


Рис. 262. — Слепая саламандра (*Proteus anguinus*). $\times \frac{1}{2}$. Обитает в пещерах и подземных ручьях на Балканах. Жабры наружные, хвост плавникообразный, ноги маленькие.

ГЛАВА XII

REPTILIA (ПРАЗВЯЗКИ)

Этот **класс** подразделяется на *четыре отряда*, которые имеют настолько заметные различия во внешнем виде, что их легко различить. Эти отряды представлены *ящерицами, змеями, черепахами и аллигаторами*. Из них только ящерицы и аллигаторы имеют схожие пропорции, но между ними есть заметная разница в размерах: ящерицы, как правило, самые маленькие, а аллигаторы — самые большие из рептилий.

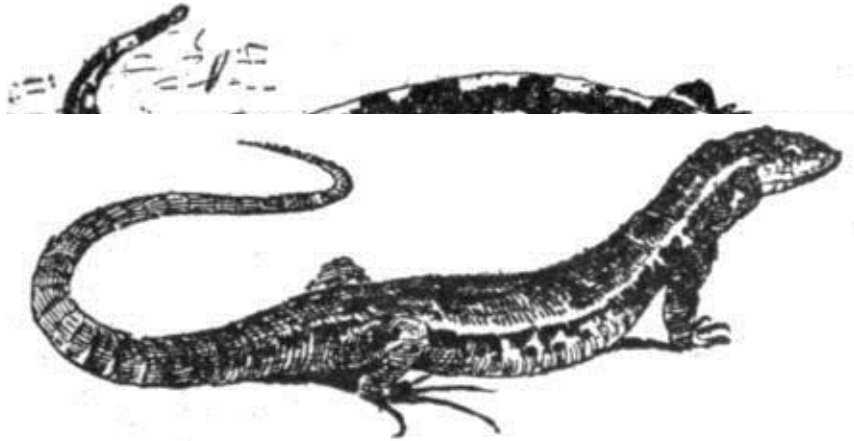


Рис. 263. САЛАМАНДРА.

Рис. 264. ЯЩЕРИЦА.

Сравнение ящериц и саламандр.—Чтобы прояснить разницу между рептилиями и амфибиями, будет полезно сравнить отряды двух классов, которые похожи друг на друга по размеру и форме, а именно ящериц и саламандр ([рис. 263 и 264](#)). В табличной форме укажите их различия в *коже, пальцах, способе дыхания, развитии из яйца, форме хвоста, среде обитания, повадках*. Каждое из них имеет удлиненное тело, две пары конечностей и длинный хвост, но их легко различить. Действительны ли указанные выше различия для других амфибий (лягушек) и других рептилий (*например, черепах*)? Проследите те же различия между жабой или лягушкой ([рис. 250](#)) и «рогатой жабой», которая является ящерицей ([рис. 265](#)).

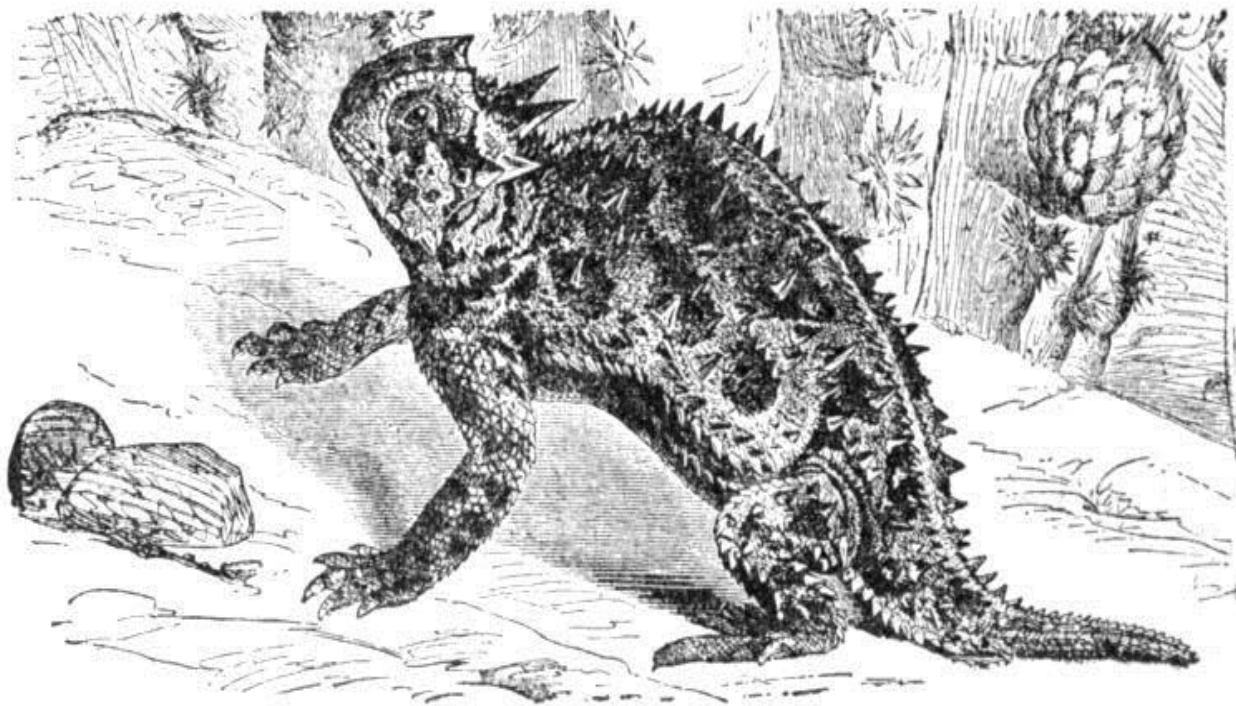


Рис. 265. — Ящерица «рогатая жаба» юго-запада (*Phrynosoma cornuta*). $\times \frac{2}{3}$.

ИЗУЧЕНИЕ ЧЕРЕПАХИ ИЛИ СУХОПУТНОЙ ЧЕРЕПАХИ

Предложения. — Поскольку черепах и черепах легко поймать и изучить их движения и повадки, предлагается изучить одну из них в качестве примера рептилий. Помимо живого экземпляра, следует иметь скелет одного вида и панцири нескольких видов.

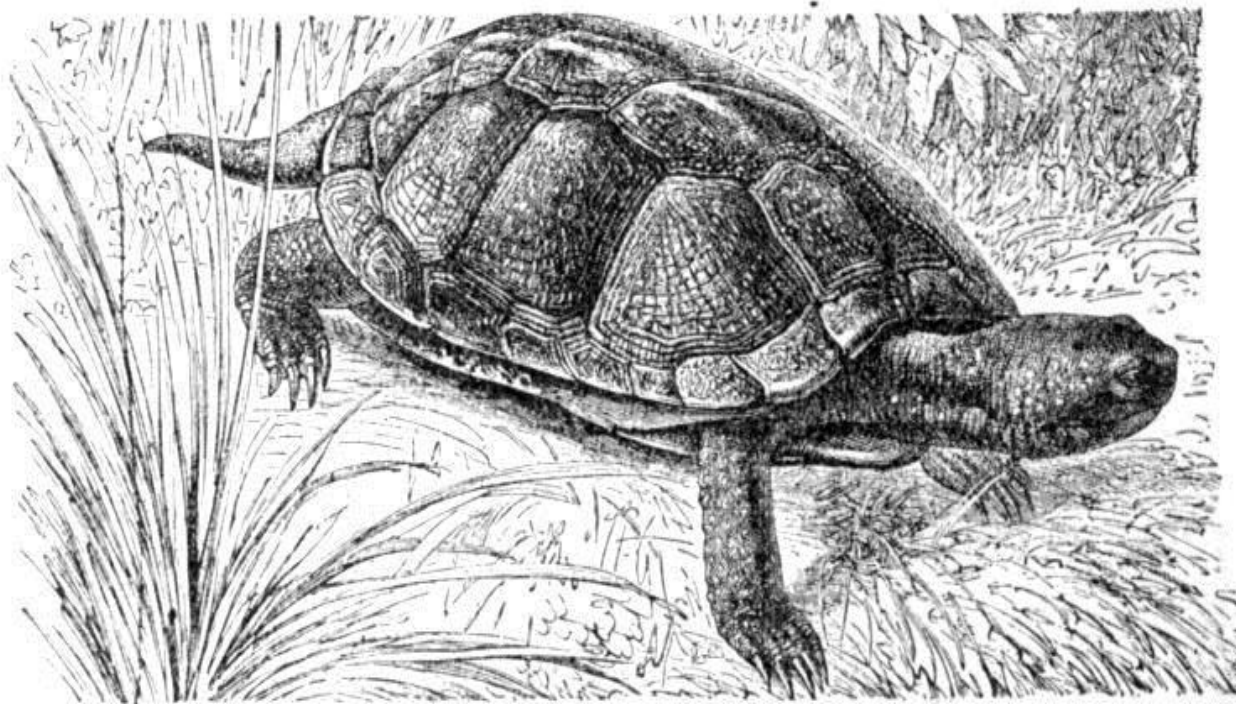


Рис. 266. — Европейская прудовая черепаха (*Emys lutaria*). (По Брему.)

Тело (черепахи или сухопутной черепахи) четко **разделено** на **области** ([рис. 266](#)). Есть ли голова? Шея? Туловище? Хвост? Туловище окружено *так называемым панцирем*, который состоит из верхней части, *карапакса*, и нижней части, *пластрона*. Как покрыты другие области? Какова форма головы? Рот находится спереди или снизу? Где находятся *ноздри*? Видны ли движения дыхания? Есть ли клюв или морда? Есть ли зубы в челюстях?

Глаза выступают? Что тоньше и подвижнее, верхнее или нижнее веко? Определите третье веко (*мигательная мембрана*). Оно прозрачное, начинается во внутреннем углу глаза и втягивается в него. Оно очищает глазное яблоко. У лягушек и птиц есть похожая мембрана. Круглая барабанная перепонка находится в углублении за углом рта. У каких других изученных животных есть наружная барабанная перепонка?

У черепахи **шея** длиннее и гибче, чем у любого другого рептилия. Почему ей так нужна такая шея? Кожа на шее тугая или свободная? Почему?

Имеют ли **ноги** три сустава или части, которые есть у большинства позвоночных? Чем покрыта кожа ног? Есть ли у пальцев *когти*? Сравните передние и задние лапы. Скользит ли черепаха по твердой поверхности или поднимает свое тело при ходьбе? Положите животное на спину на стул или стол в одной части комнаты, чтобы его могли видеть все ученики. Наблюдайте за его попытками встать на ноги. Подходят ли движения для достижения цели? Удастся ли черепахе это сделать?

Какие **цвета** преобладают у черепах? Как их окраска соответствует окружающей среде?

Какие части черепахи иногда выходят за пределы панциря? Видны ли какие-либо из этих частей, когда *панцирь закрыт*? Какие движения панциря происходят, когда он закрывается? Является ли панцирь жестким по всей своей длине? А пластрон?

Скелет ([рис. 267](#)).—*Карапакс* покрыт тонкими *эпидермальными пластинами*, которые принадлежат коже. Костная природа карапакса видна, когда пластины удаляются или если посмотреть на его внутреннюю поверхность ([рис. 267](#)). Видно, что он в основном состоит из широких *ребер* (сколько?), сильно уплощенных и сросшихся по краям. Ребра жестко прикреплены к позвонкам. Задние выступы позвонков уплощены в ряд костных пластин, которые заменяют острый гребень, находящийся вдоль спины большинства позвоночных. Покажите, что панцирь черепахи не является гомологичным панцирям моллюсков. Есть ли у черепахи лопатки и ключицы? Тазобедренные кости? Бедренные кости? Большеберцовая кость (*fibia*) и малоберцовая кость (*fibula*)? ([Рис. 267.](#))

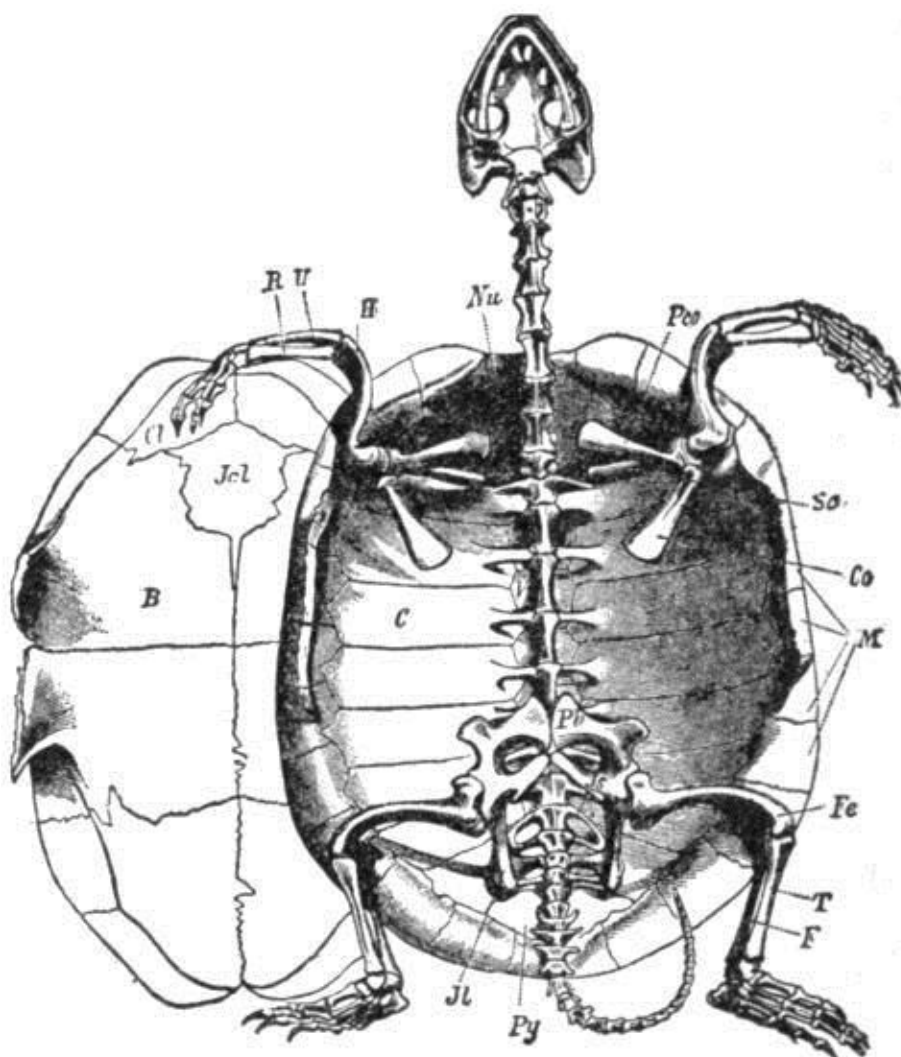


Рис. 267. Скелет европейской черепахи.

C — реберные пластинки; *M* — краевые пластинки; *B* — пластрон; *H* — плечевая кость; *R* — лучевая кость; *U* — локтевая кость; *Fe* — бедренная кость.

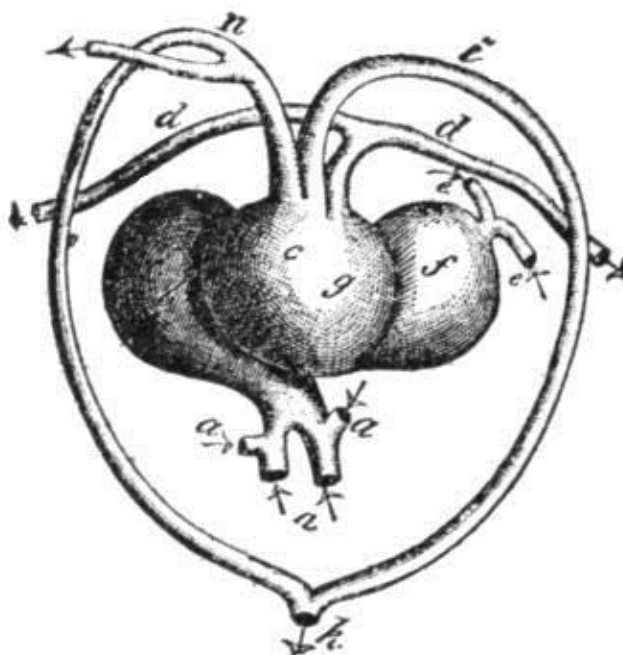


Рис. 268. ТРЕХКАМЕРНОЕ СЕРДЦЕ РЕПТИЛИИ (черепахи).

a, вены; *b, f*, правое и левое предсердия; *sg*, желудочек; *d*, артерии к легким; *e*, вены от легких; *i, n*, две ветви аорты.

Сравните с [рис. 269](#) и [цветным рис. 2](#).

Простираются ли пластинки, образованные ребрами, до края панциря? См. [рис. 267](#). Примерно из скольких костных пластин состоит панцирь? А пластрон? Соответствуют ли роговые пластинки снаружи костным пластинкам панциря? Сколько осевых пластин? Сколько реберных (реберных) пластин? Сколько краевых пластин? Какие пластины самые большие? Самые маленькие? Перекрывают ли роговые пластины друг друга, как черепица, или соприкасаются краями? Есть ли какие-либо следы их соприкосновения на костном панцире? Основываясь на вышеизложенных фактах, дайте связное и полное описание структуры панциря. Сравните скелет черепахи со скелетом змеи и соотнесите различия в структуре с различиями в повадках.

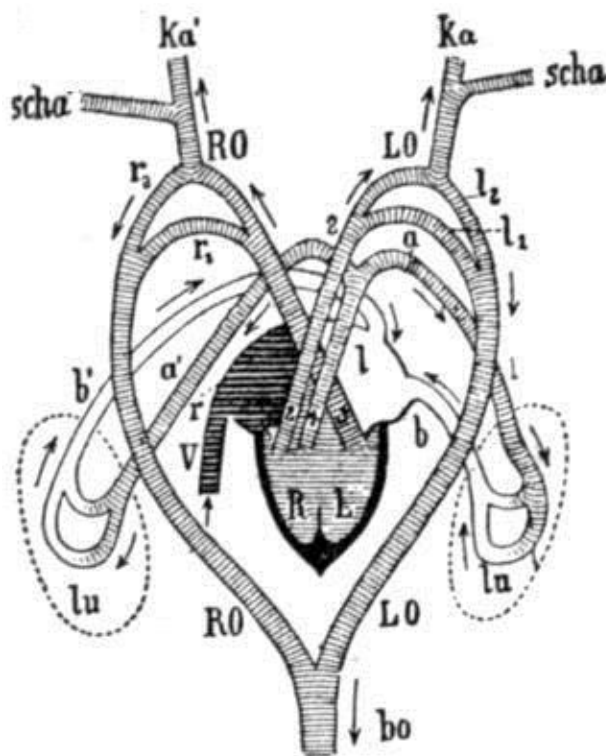


Рис. 269. СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ РЕПТИЛИЙ. См. стрелки.

Нарисуйте черепаху, вид сбоку или сверху, с закрытым панцирем, показывая расположение пластин.

Положите мягкую или нежную растительную **пищу**, салат, грибы, корни, ягоды и воду, а также мясо в пределах досягаемости черепахи. Что она предпочитает? Как она ест? У нее нет губ; как она пьет?

Изучите **движения** ее глазных яблок и век, а также дыхательные и другие движения, уже упомянутые выше. Укажите причину, по которой вы считаете, что не существует ни одного вида наземных животных, которые не обладали бы простым способностью переворачиваться, когда их переворачивают на спину.

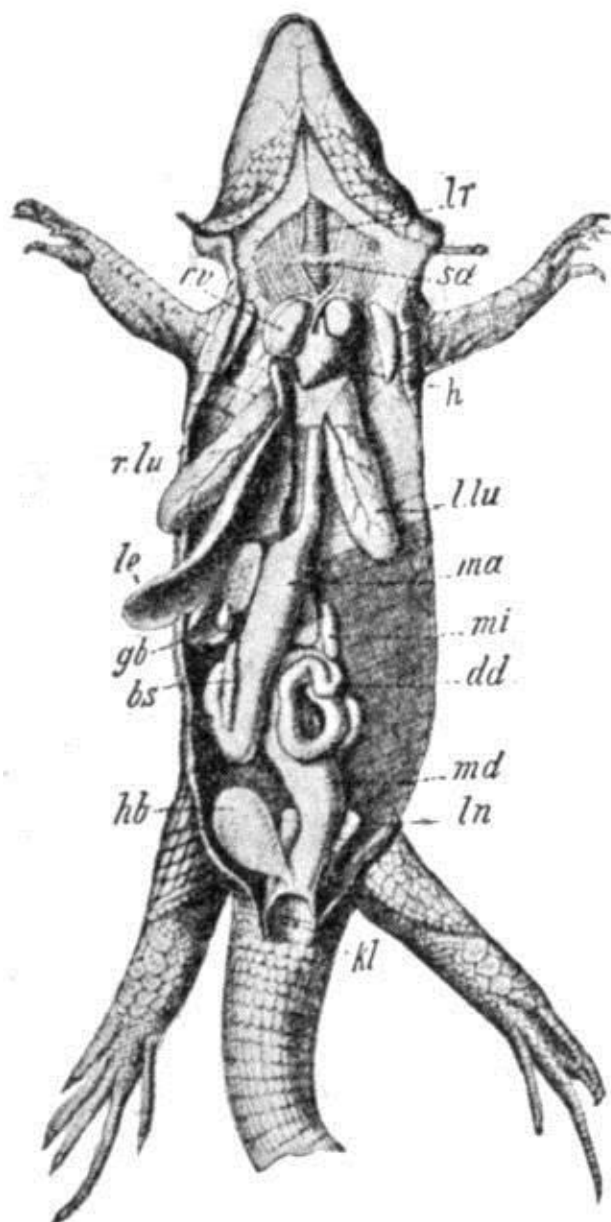


Рис. 270. — Внутренние органы рептилий (ящерица).

lr — трахея; *h* — сердце; *lu* — легкие; *le* — печень; *ta* — желудок; *dd, md* — кишечник; *hb* — мочевой пузырь.

Черепаха, черепаха, водяная черепаха. Черепахи относятся к отряду рептилий, называемому *черепахообразными*. Никто не испытывает трудностей с распознаванием представителей этого отряда. Однако подразделение отряда на семейства не так просто, и популярные попытки классифицировать черепах как черепах, сухопутных черепах и водяных черепах не увенчались полным успехом. Виды с выпуклым панцирем, несовершенными перепончатыми пальцами и *строго наземным* образом жизни называются *сухопутными черепахами*. Виды с плоским панцирем и *строго водным* образом жизни следует называть *болотными черепахами* (например, грязевая черепаха). У них три, а не два сустава в среднем пальце каждой лапы. Термин «черепаха» может применяться к видам, которые являются *частично наземными* и *частично водными* (например, аллигаторовая черепаха ([рис. 271](#))). Однако использование этого термина отнюдь не является единообразным.

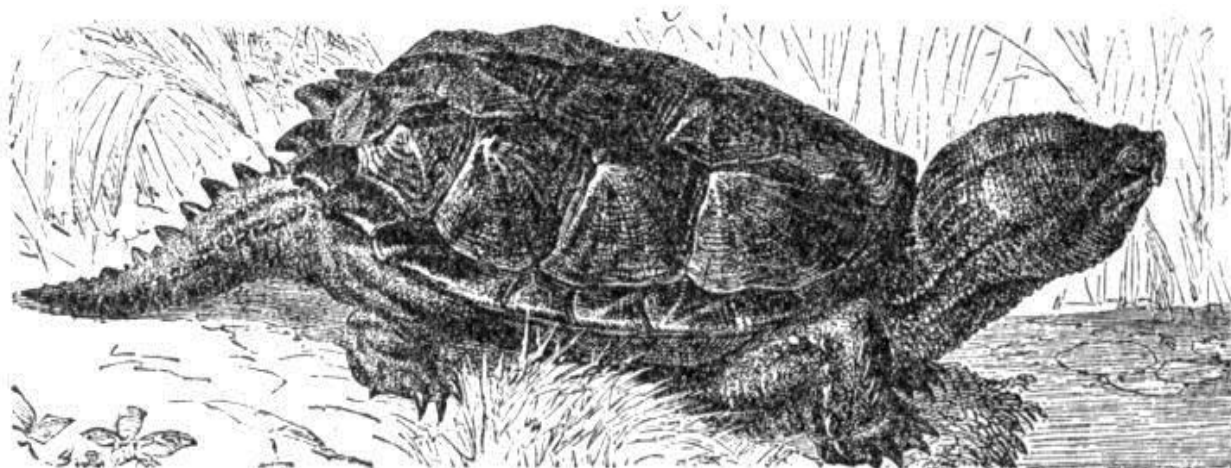


Рис. 271. — Аллигаторная черепаха (*Chelydra serpentina*).

Большинство рептилий питаются животными; зеленые черепахи и некоторые сухопутные черепахи питаются растительной пищей. Как вы думаете, плотоядные черепахи ловят очень активную добычу?

Свирепая *аллигаторовая черепаха*, обитающая в прудах и ручьях, иногда достигает трех футов в длину. Ее голова и хвост очень большие и не могут убираться в панцирь. Она плотоядна и обладает большой силой челюстей. Известно, что она может перекусить пополам большую палку. *Коробчатая черепаха* желтовато-коричневого цвета с желтыми пятнами и, как и ее близкий родственник, европейская прудовая черепаха ([рис. 266](#)), убирается в панцирь и полностью его закрывает. Обе крышки пластрона подвижны, что является особенностью этих двух видов. *Гигантская черепаха* Галапагосских островов, согласно Lydeker, может весело бежать, неся на спине трех взрослых мужчин. «Черепаший панцирь», используемый для изготовления расчесок и других предметов, получают из перекрывающихся чешуек *черепахи-ястреба*, распространенной в Вест-Индии. *Черепаха с ромбовидным панцирем*, обитающая вдоль Атлантического побережья от Массачусетса до Техаса, ценится за то, что из нее готовят суп.

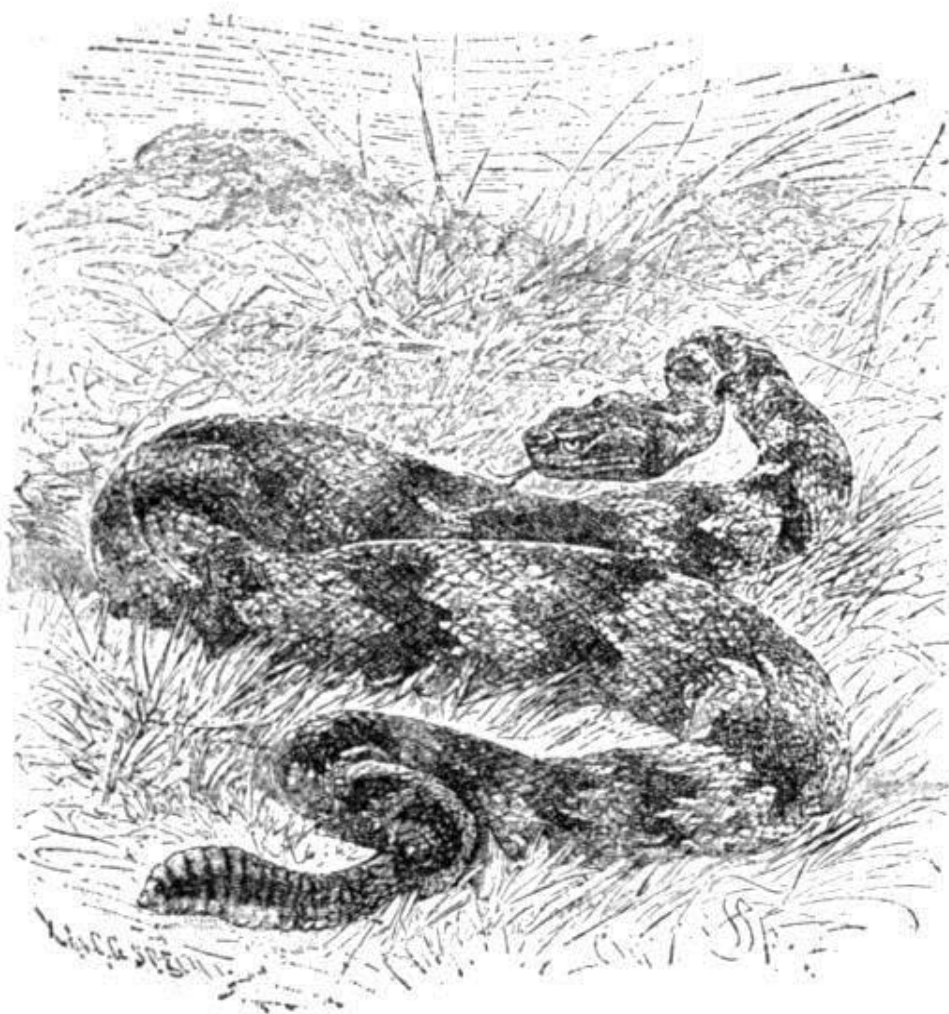
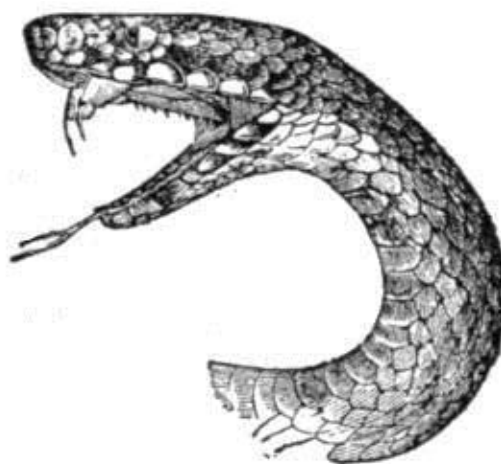


Рис. 272. Гремучая змея.

Рис. 273 а. — Голова гадюки, демонс



овитой змеи.

Рис. 273 б. —

язык (раздвоенный, безвредный).





Рис. 274. Голова змеи, на которой ви

Рис. 275. Череп с зубами, клыками и квадратной костью, к которой присоединяется нижняя челюсть. См. [рис. 284](#).

Ядовитые змеи США, упорядоченные по степени ядовитости: 1. Коралловые змеи, *Elaps*, около семнадцати красных полос, окаймленных желтым и черным ([цветная иллюстрация 6](#)) (смертельно). 2. Гремучие змеи (редко смертельно). 3. Медная голова (может убить небольшое животное размером с собаку). 4. Водяной мокасина (никогда не смертельно). 5. Земляная гремучая змея. *Последствия*: учащенный пульс, замедленное дыхание, расширение кровеносных сосудов, скопление крови в брюшных кровеносных сосудах, оцепенение и смерть от оттока крови из мозга. Всегда два укуса, чем ближе они друг к другу, тем меньше змея. *Лечение*: перевязка между раной и сердцем, прокол раны и отсасывание; введение в рану трех капель 1-процентного раствора хромовой кислоты или перманганата калия. Ввести стрихнин подкожно до появления симптомов стрихнина (подергивания). Если симптомы коллапса повторяются, повторить дозу. Дигиталис или кофеин действуют как стрихнин; алкоголь имеет противоположный эффект.

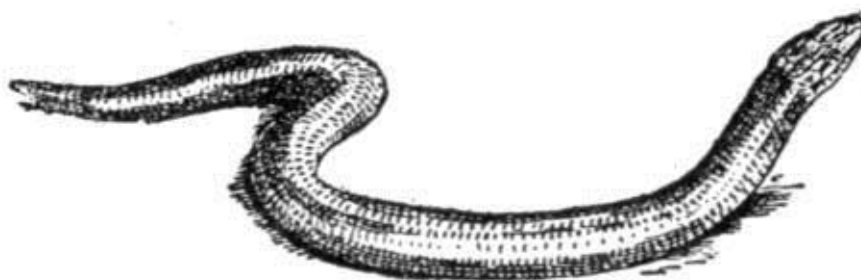


Рис. 276. — «Стеклянная змея», ящерица без ног.

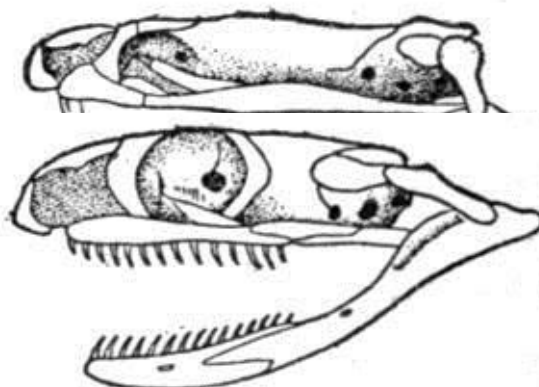


Рис. 277. Череп ЭЛАПА. См. [цветной рис. 5](#).

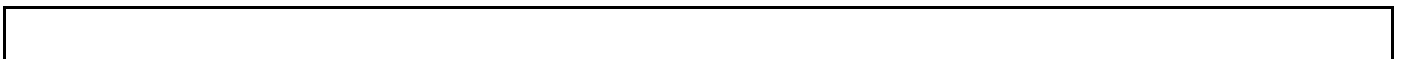
Рис. 278. Череп LAMPROPELTIS.

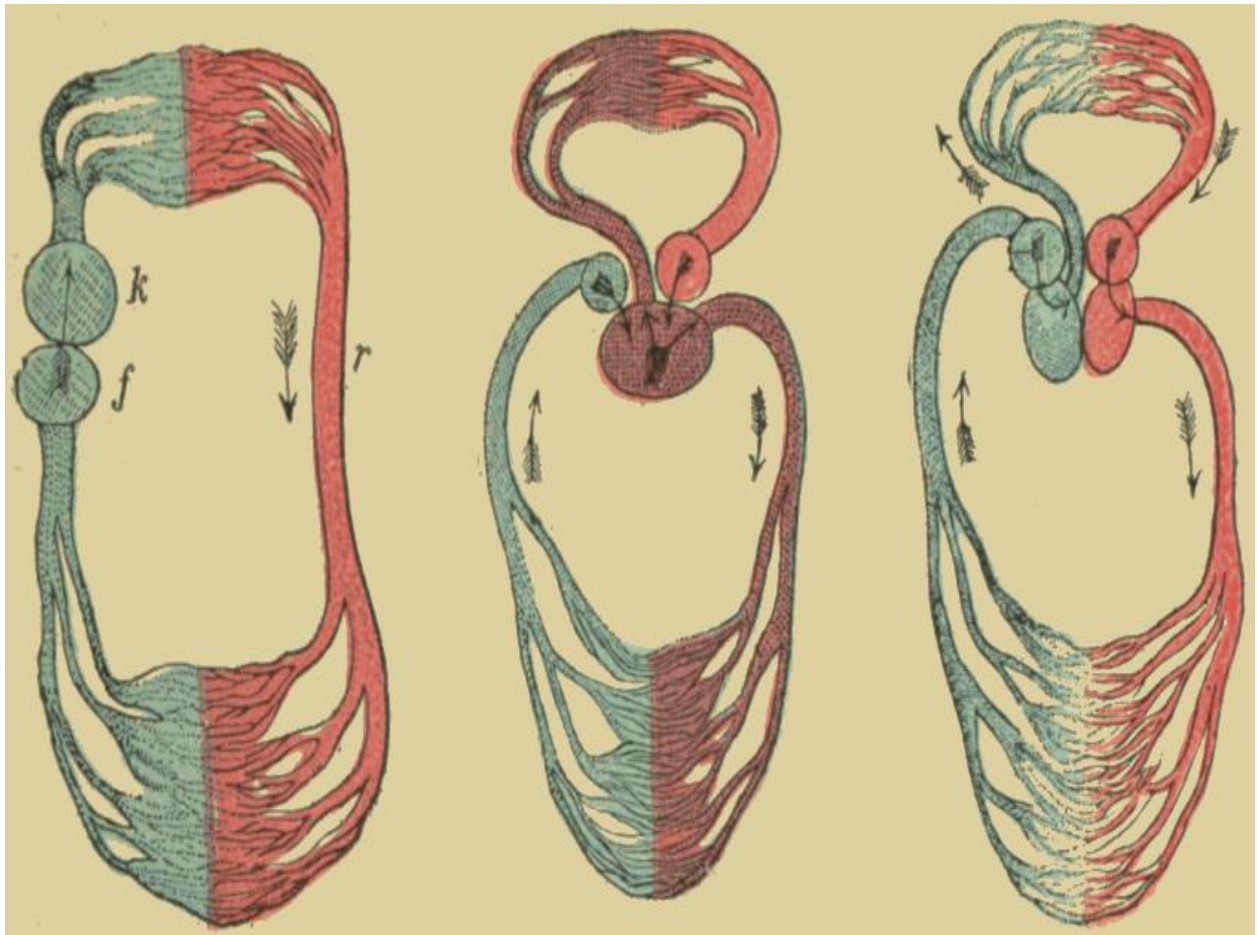
Защитная окраска и мимикрия. Когда животное имитирует цвет или форму своего *неодушевленного окружения*, говорят, что оно имеет *защитную окраску* или форму. Приведите пример *защитной окраски* или *формы* среди ящериц, бабочек, кузнечиков, амфибий, иглокожих. Когда животное имитирует цвет или форму *другого животного*, говорят, что оно *мимикрирует*. Мимикрия обычно позволяет животному обмануть врагов, заставляя их принять его за животное, которого они по какой-то причине избегают. Бабочка молочайная имеет вкус, отталкивающий птиц. Бабочка вице-король приятна на вкус птицам, но они не трогают ее из-за ее близкого сходства с отталкивающей бабочкой молочайной. Змея-арлекин (*Elaps*) из штатов Мексиканского залива — единственная смертельно опасная змея Северной Америки ([рис. 277, 278](#)). Она имеет очень яркую окраску с кольцами алого, желтого и черного цветов. Это пример *предупреждающей окраски*. Коралловая змея (*Lampropeltis*) имеет полосы алого, желтого и черного цветов ([цветная рис. 6](#)) тех же оттенков и практически неотличима от арлекина. Говорят, что коралловая змея *имитирует* змею-арлекина. Она также имитирует спокойные, безобидные привычки змеи-арлекина, которая, к счастью, не нападает, если ее сильно не провоцировать. Гремучие змеи, менее ядовитые и редко смертельные ([рис. 272](#)), могут быть отнесены к примерам *предупреждающих звуков*, на которые большинство животных быстро реагируют и таким образом избегают встреч, которые могут быть разрушительными как для змеи, так и для ее врага.

Рис. 1.

Рис. 2.

Рис. 3.





Цветные рисунки 1, 2, 3. — Кровообращение у рыб, рептилий, млекопитающих.

В каком из них кровь из сердца полностью нечистая? Смешанная? И чистая, и нечистая?

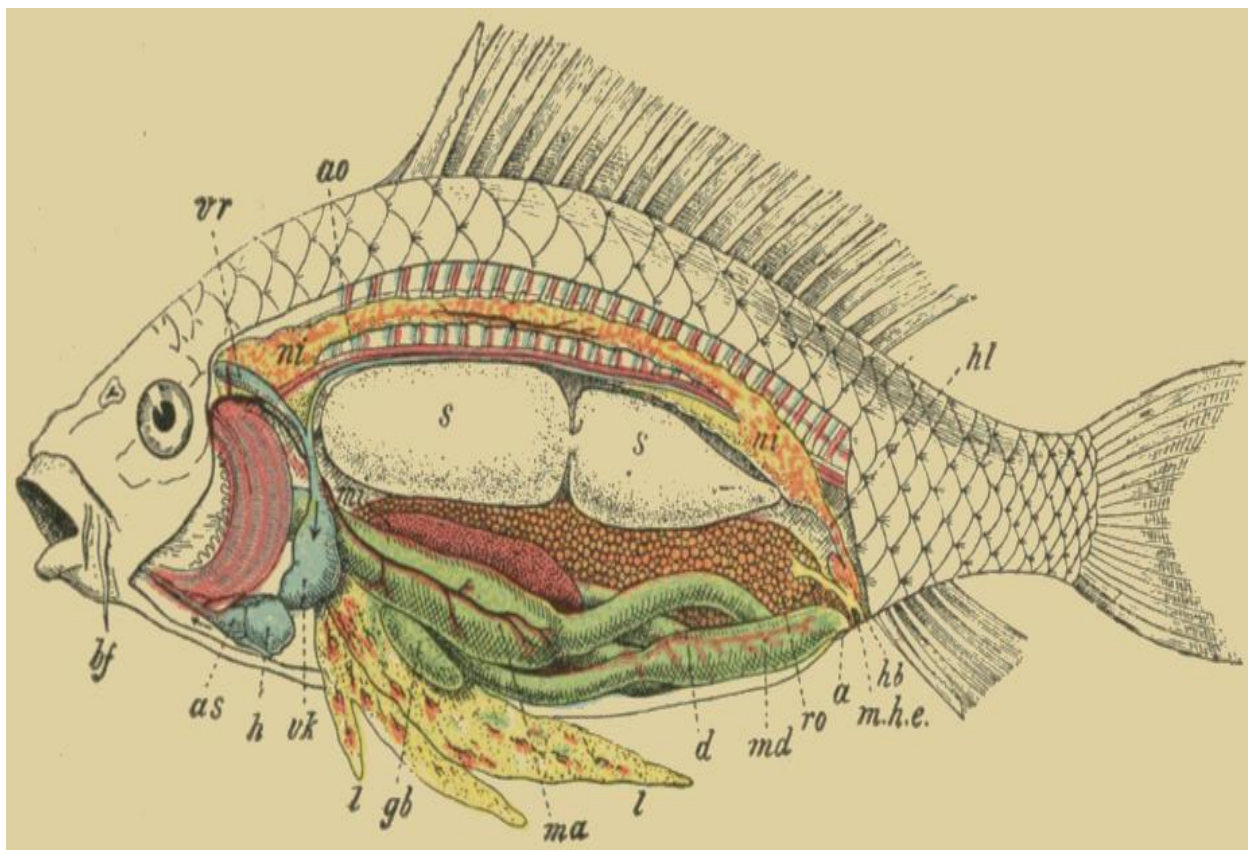
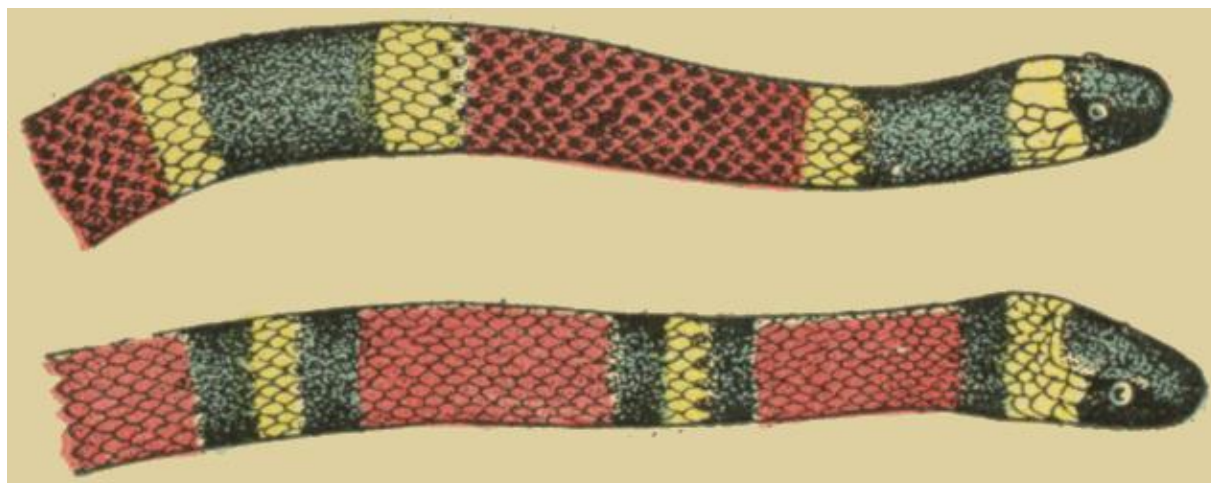


Рис. 4. АНАТОМИЯ КАРПА. Описание см. на [рис. 220, стр. 117](#).

БЕЗВРЕДНЫЕ
КОРАЛЛОВАЯ ЗМЕЯ
ПОХОЖА НА
СМЕРТОНОСНУЮ АРЛЕКИНОВУЮ
ЗМЕЮ.

Рис. 5. ЗМЕЯ-АРЛЕКИН (*Elaps*).



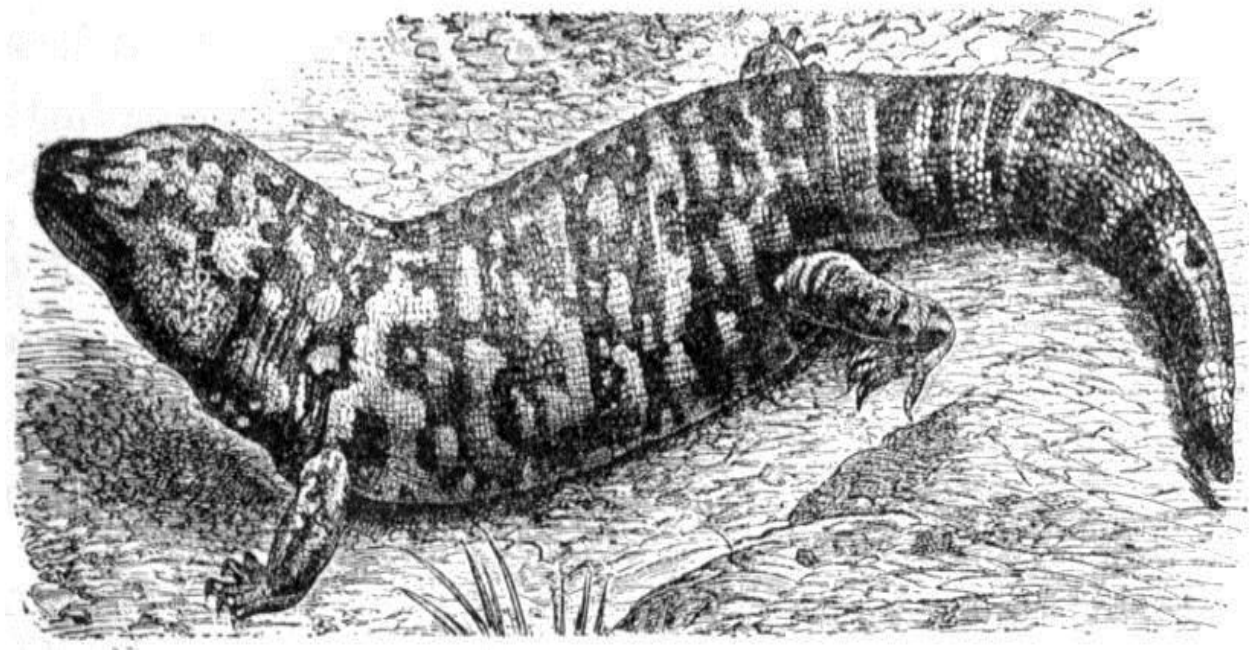


Рис. 279. Гила-монстр (*Heloderma suspectum*) из Аризоны. Если он ядовит, то это единственный случай среди ящериц. Он тяжеловат, оранжево-черного цвета с пятнами и длиной около 16 дюймов. Сравните его с зеленой ящерицей ([рис. 280](#)).



Рис. 280. ХАМЕЛЕОН (*Anolis*) или зеленая ящерица юга США. Намного превосходит европейского хамелеона ([рис. 281](#)) и всех известных животных по способности менять цвет (зеленый, серый, желтый, бронзовый и черный).

Выживание наиболее приспособленных. — Два факта, имеющие наиболее далеко идущее значение в истории животных и растений: (1) *Наследственность*; животные наследуют характеристики своих родителей. (2) *Изменчивость*; животные не являются точными копиями своих родителей. Первый факт обеспечивает стабильность, второй делает возможным прогресс или эволюцию. Климат мира медленно меняется, и животные должны меняться, чтобы приспособиться к нему. Более резкие изменения окружающей среды (окружения) животных происходят из-за миграции или изоляции; эти явления, в свою очередь, вызваны скученностью других животных или образованием или исчезновением географических барьеров, таких как пустыни, вода, горные цепи.



Рис. 281. ХАМЕЛЕОН Южной Европы.

Молодые особи во многом отличаются от своих родителей. Некоторые имеют более защитную окраску или форму, более острые когти, более быстрые движения и т. д. Особи, обладающие такими полезными вариациями, живут дольше и оставляют больше потомства, а благодаря наследственности передают желательные качества некоторым из своих детей. Вариации, которые являются невыгодными для добывания пищи, защиты и т. д., приводят к более короткой жизни и меньшему количеству потомства. Таким образом, *выживают наиболее приспособленные*, а неприспособленные гибнут; происходит автоматический *естественный отбор*.

Дарвин учил, что вариации являются бесконечно малыми и постепенными. Недавние эксперименты и наблюдения, по-видимому, показывают, что многие вариации происходят в виде внезапных скачков, в некоторой степени напоминающих так называемые «уродства природы». Выживают ли эти «мутации» или особи с новыми особенностями, зависит от их приспособленности к окружающей среде. «Выживание наиболее приспособленных» является результатом этого естественного отбора, но отбор происходит между животными с заметными, а не бесконечно малыми различиями, как учил Дарвин. Теория Дарвина, вероятно, верна для видов в обычном состоянии природы; новая теория (Де Фриза) вероятно верна для животных и растений в условиях одомашнивания и во время быстрых географических изменений.



Рис. 282. Эмбрион черепахи с четырьмя жаберными щелями. (Отчет «Челленджера»).

Таблица для повторения (для тетрадей или досок).

	Рыба	Головастик	Лягушка	Черепаха	Ящерица
Конечности, вид и количество					
Есть ли когти? Сколько?					
Покровие тела					
Зубы, их вид, если есть					

Какие кости, имеющиеся у человека, отсутствуют?					
Камеры сердца					
Дыхание					
Движения					

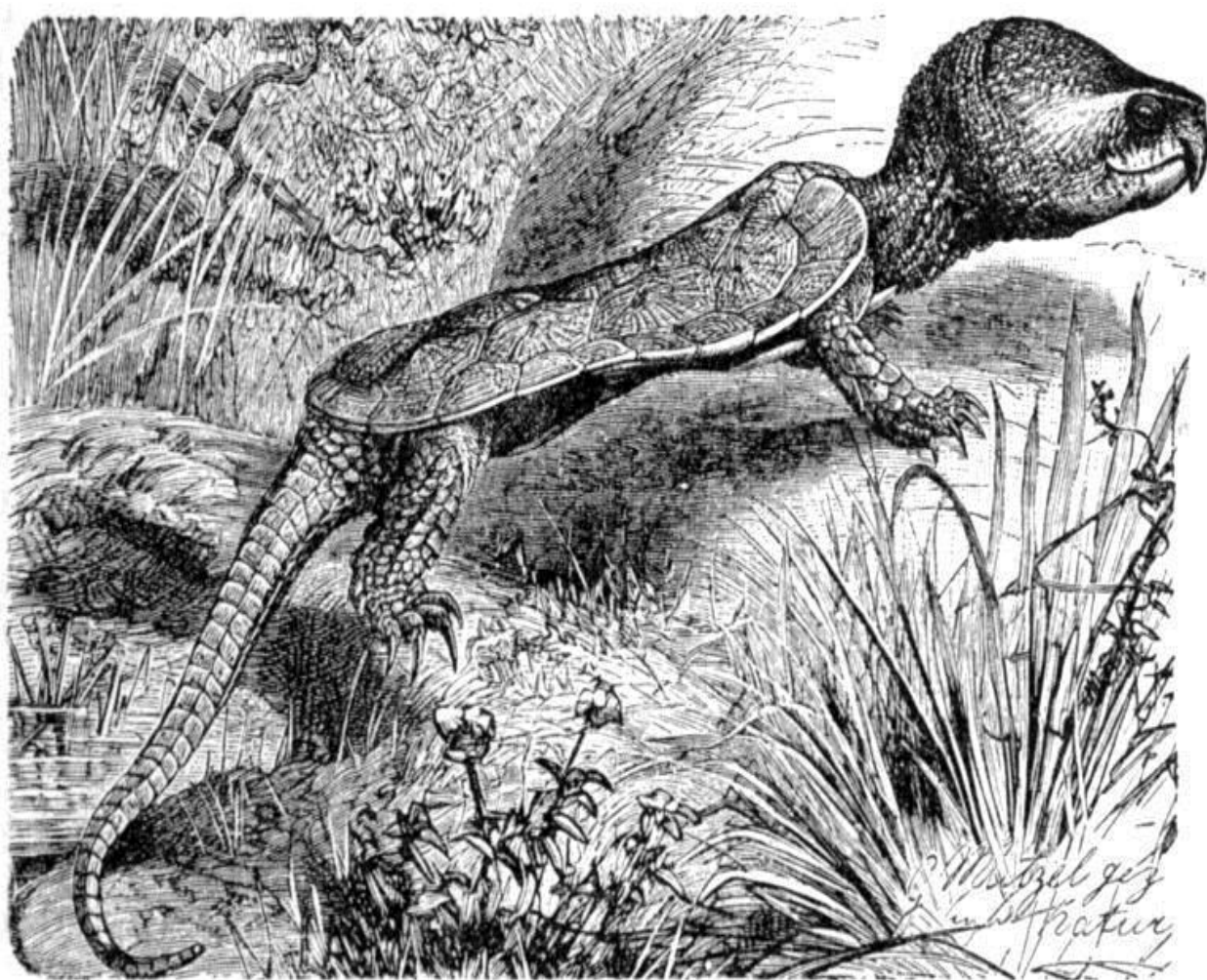


Рис. 283. — Большоголовая черепаха (*Platysternum megalcephalum*). $\times \frac{1}{2}$. Китай. Этот рисунок и [рис. 282](#) предполагают происхождение черепах от ящерицеподобных форм. На [рисунке 282](#) показано, что более ранние предки дышали жабрами.

ГЛАВА XIII

ПТИЦЫ



лища и английский воробей наиболее доступны для студентов. Последний вид единственной птицей, уничтожение которой желательно. Самка имеет более или менее с мелкими пятнами. У самца черная горловая область с другими черными, контрастирующая с окраской самки более ярко. Поскольку различные виды птиц и вопросы можно использовать для любой птицы, которая есть под рукой. Ласе следует предоставить одно или несколько перьев. Для изучения следует

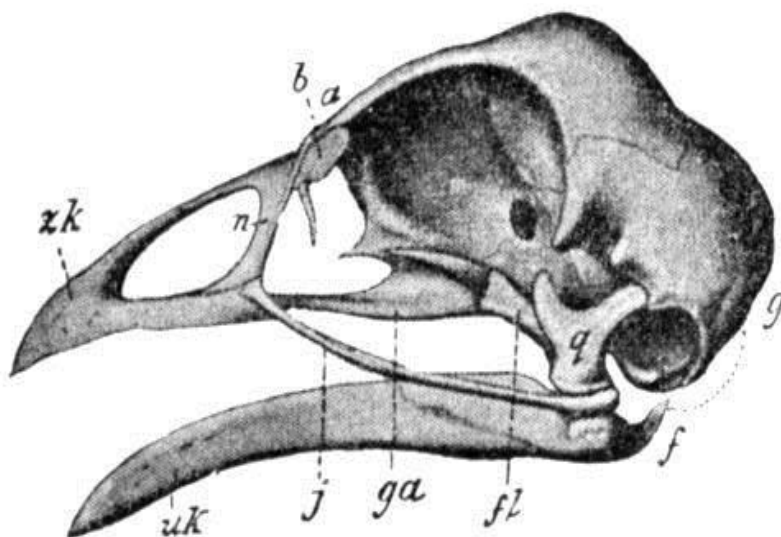
и жабы и черепахи, голову, туловище, хвост и две пары передние и задние конечности друг от друга больше или позвоночных животных? Используются ли они каким-либо для столь же разнообразных целей?

Какие части, соответствующие главному яблоку рыбы или дужную оболочку, зрачок? Что более подвижно: верхнее или Птица (как и какое другое животное?) имеет третье веко, вните его толщину с толщиной других век. Оно натянуто на о или внешнего угла глаза? Можете ли вы увидеть в морщины или наросты, которые можно было бы считать

остатками или следы такой мембраны?

Сколько ноздрей? В какой челюсти они расположены? Находятся ли они ближе к кончику или к основанию челюсти? (Рис. 284.) Какова их форма? Проходят ли носовые ходы прямо вниз через челюсть или они идут назад? Внутреннее носовое отверстие ведет в рот или в горло?

Клюв состоит из верхней и нижней челюстей. Из какого материала, по-видимому, состоит внешняя часть клюва? Исследуйте обезглавленную голову птицы или вскрытую птицу и определите, есть ли на клюве покрытие, которое можно срезать или соскоблить. Является ли масса клюва костным или роговым материалом? С какой частью человеческой головы гомологичны нижние челюсти? (Рис. 284.)



q, квадратная («четырехсторонняя») кость, с помощью которой нижняя челюсть прикрепляется к черепу (отсутствует у животных, присутствует у рептилий; см. [рис. 277](#)).

Уши. — Есть ли у птиц наружные уши? Есть ли *наружное отверстие*, ведущее к уху? При поиске его, сдуйте или отодвиньте вперед перья. Если оно найдено, обратите внимание на его расположение, размер, форму и то, что окружает отверстие. Есть сова, которую называют ушастой совой. Длинные ли у нее уши?

Нога состоит из трех частей: верхняя — *бедро* (у птиц называется «вторым суставом»); средняя — *голень* (или «барабанная палочка»); и нижняя, представляющая собой тонкую кость, покрытую чешуйками, образована соединением *лодыжки* и *подъема стопы*. (Кости трех частей называются бедренной костью, большеберцовой костью и плюсневой костью). *Стопа* состоит полностью из пальцев, кости которых называются фалангами. Есть ли кость в каждом когте? (См. [рис. 285](#).) Вставьте цифры в это предложение: Голубь имеет ____ пальцев, задний палец имеет ____ суставов; из трех передних пальцев внутренний имеет ____ суставов (считайте коготь как один сустав), средний имеет ____ суставов, а внешний палец имеет ____ суставов ([рис. 285](#)). Бедро птицы голое или покрытое перьями? Голень? Лодыжка? Где находится голеностопный сустав птицы? Видите ли вы остатки другой кости (большеберцовой кости или малоберцовой кости) на голени? ([Рис. 285](#) или [286](#).) Почему несколько суставов в лодыжке могут быть невыгодны для птицы?



Рис. 285. Кости ноги птицы.

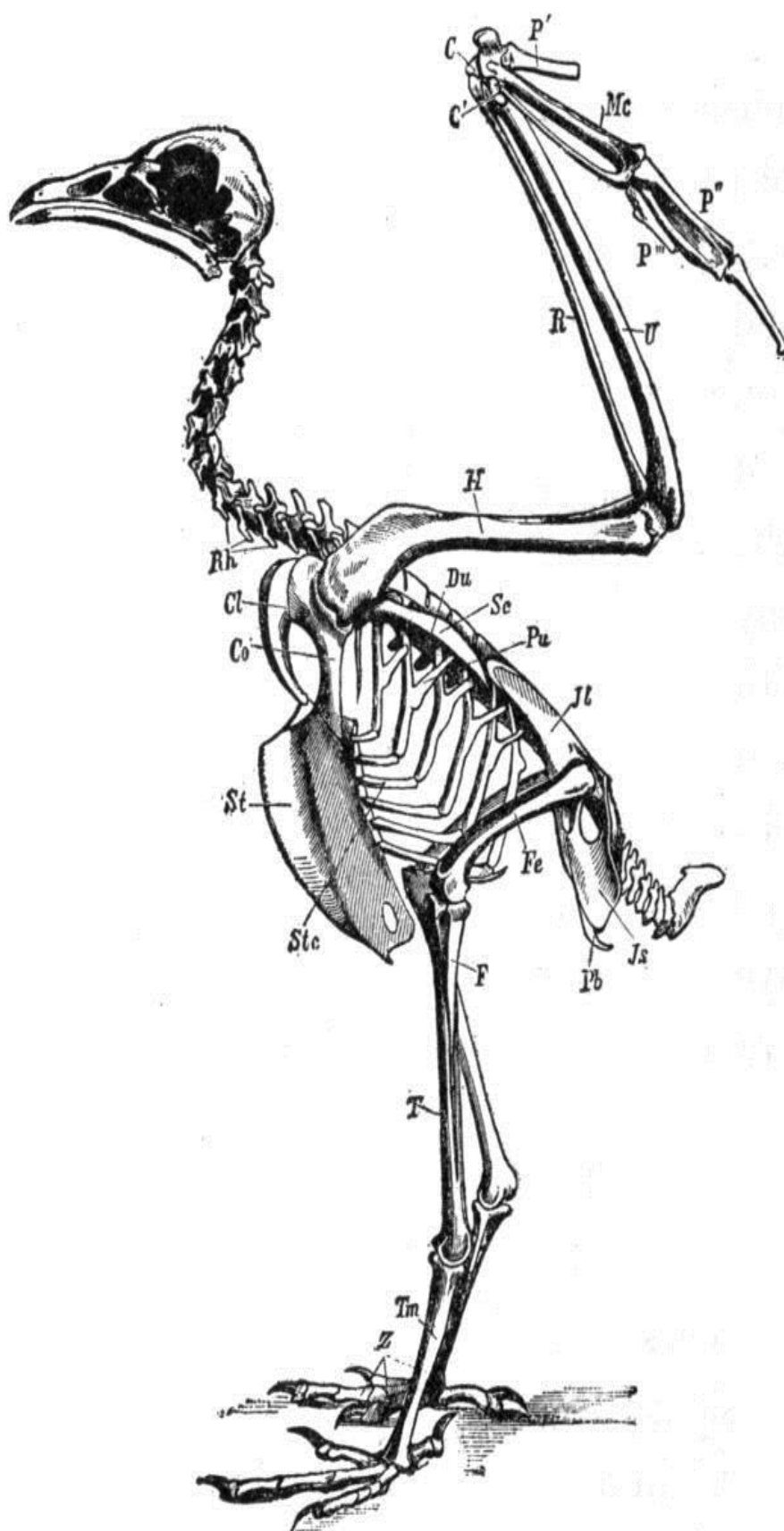


Рис. 286. СКЕЛЕТ ПТИЦЫ.

Rh — позвонки; *Cl* — ключица; *Co* — коракоид; *Sc* — лопатка; *St* — грудина; *H* — плечевая кость; *R* — лучевая кость; *U* — локтевая кость; *P* — большой палец; *Fe* — бедренная кость; *T* — большеберцовая кость. См. [рис. 394](#).

Вопросы: Какая часть позвоночника является самой жесткой? Как ребра укрепляются друг относительно друга? Что длиннее: бедренная кость или большеберцовая? Сравните лопатку с лопаткой человека ([рис. 399](#)). Какая кость является дополнительной костью плеча? Сравните хвостовые позвонки с позвонками вымершей птицы, [рис. 290](#).

Бедро почти не выступает за пределы кожи туловища, как можно заметить у ощипанной птицы. Бедро простирается вперед от тазобедренного сустава ([рис. 286, 299](#)), чтобы перенести точку опоры вперед под центр тяжести. Почему длинные передние пальцы более необходимы, чем длинные задние? Поскольку птица часто должна опускать голову к земле, тазобедренные суставы находятся близко к спинной поверхности, и тело качается между двумя точками опоры, как серебряный кувшин для льда на двух осях. Поэтому наклон, который делает человека таким неустойчивым, не лишает птицу устойчивости.

Крыло состоит из трех частей, которые соответствуют плечу, предплечью и кисти человека ([рис. 286](#)). Когда крыло сложено, эти три части лежат рядом друг с другом. Сложите руку таким же образом. Сходство костей первой и второй частей с костями нашего плеча и предплечья очень очевидно ([рис. 286](#)). Объясните. Рука птицы снабжена только тремя пальцами ([рис. 287](#)). Три кости ладони (пястные кости) прочно соединены между собой ([рис. 287](#)). Это придает твердость взмаху при полете.

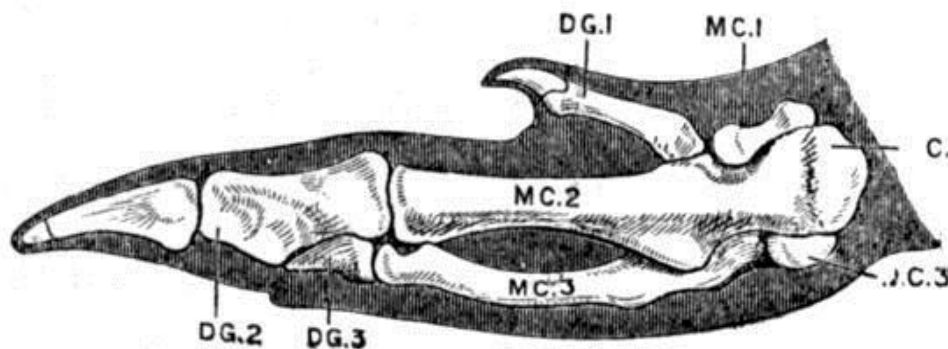


Рис. 287. — Лапа и запястье птицы (по Паркеру).

DG. 1-3, пальцы; MC. 1-3, пястные кости; CC. 3, запястье.

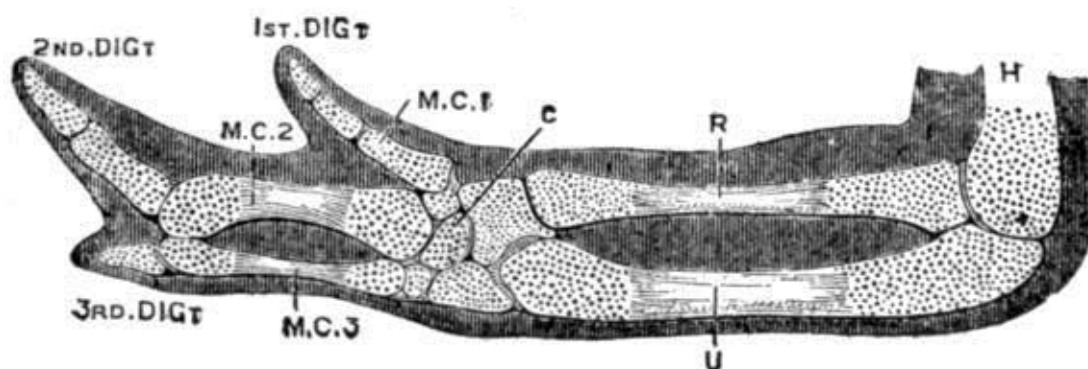


Рис. 288. — Лапа, запястье (с), предплечье и локоть молодого цыпленка (по Паркеру).

То, что птица произошла от животных, у которых пальцы и кости ладони были менее прочно соединены, показывает сравнение рук цыпленка и взрослой птицы ([рис. 287, 288](#)). Запястье также упрочняется с возрастом, пять пястных костей цыпленка () сокращаются до двух у птицы ([рис. 287, 288](#)). Большой палец или первый палец имеет отдельное покрытие кожи от других пальцев, как можно видеть у ощипанной птицы. Дегенеративная лапа птицы, конечно, бесполезна как лапа (что служит вместо нее?), но хорошо приспособлена

для прочной поддержки крыльев при полете. Две кости предплечья также прочно соединены. В нашей руке и кисти есть восемнадцать подвижных суставов; у птицы есть только три сустава, которые позволяют ей складывать крыло. Запястный сустав — это сустав в переднем углу крыла.

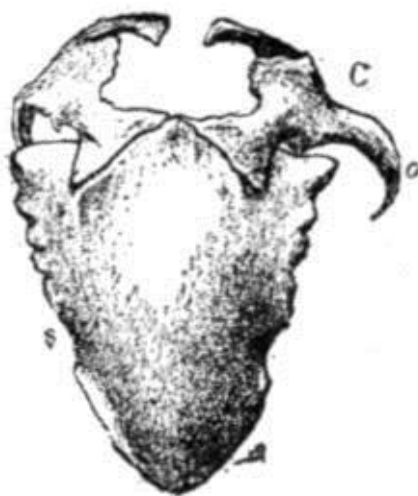


Рис. 289. Грудина и плечевые кости КАЗУАРА.

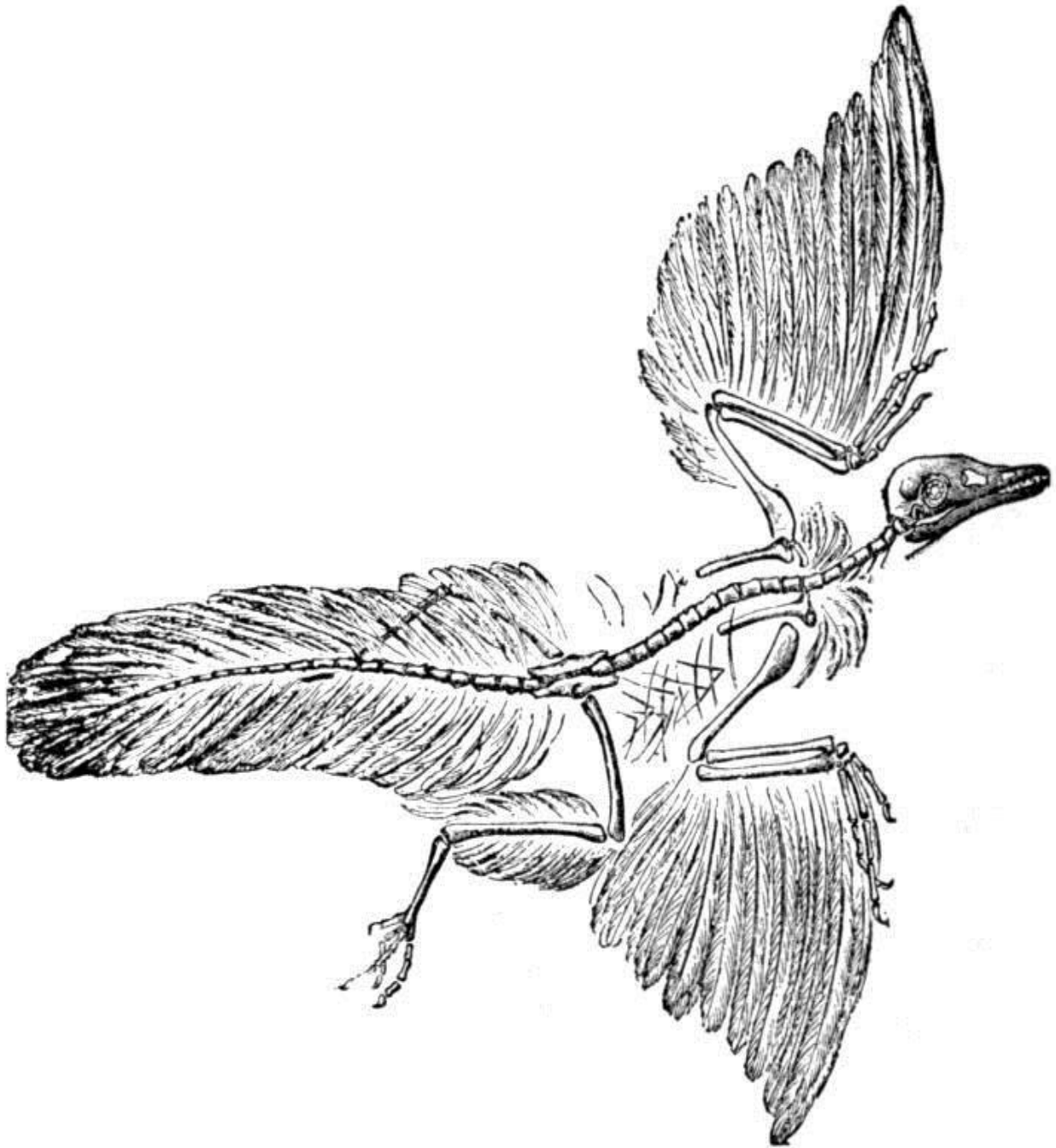


Рис. 290. — Ископаемая ПТИЦА (*археоптерикс*), найденная в скалах бывшей геологической эпохи.

Вопрос: Найдите два сходства с рептилиями у этой вымершей птицы, которых нет у скелетов современных птиц.

Поскольку передние конечности заняты передвижением, **функцию захвата** взяли на себя **челюсти**. Как их форма приспособлена к этому назначению? По той же причине **шея** птицы превосходит шеи всех других животных в каком отношении? Туловище птицы гибкое или негибкое? Таким образом, существует **взаимосвязь** между строением шеи и туловища. Объясните. В каких рептилиях наблюдается такая же взаимосвязь? (Почему жесткость туловища требует гибкости шеи?) Почему длина шеи у птиц коррелирует с длиной ног ()? Примеры? (См. [рис. 314, 315, 332.](#)) Исключения? ([Рис. 324.](#)) Почему у лебедя или гуся длинная шея, хотя ноги у них короткие?

Чтобы обеспечить прочную опору для крыльев, позвонки спины соединены неподвижно, а также в каждом плече есть три кости: ключица, лопатка и коракоидная кость ([рис. 286](#)). Ключицы соединены (почему?) и образуют «вилочную кость» или «тяговую кость». Для

крепления крупных летательных мышц на груди имеет выпуклый гребень или киль ([рис. 286](#)). У большинства нелетающих птиц он отсутствует ([рис. 289](#)).

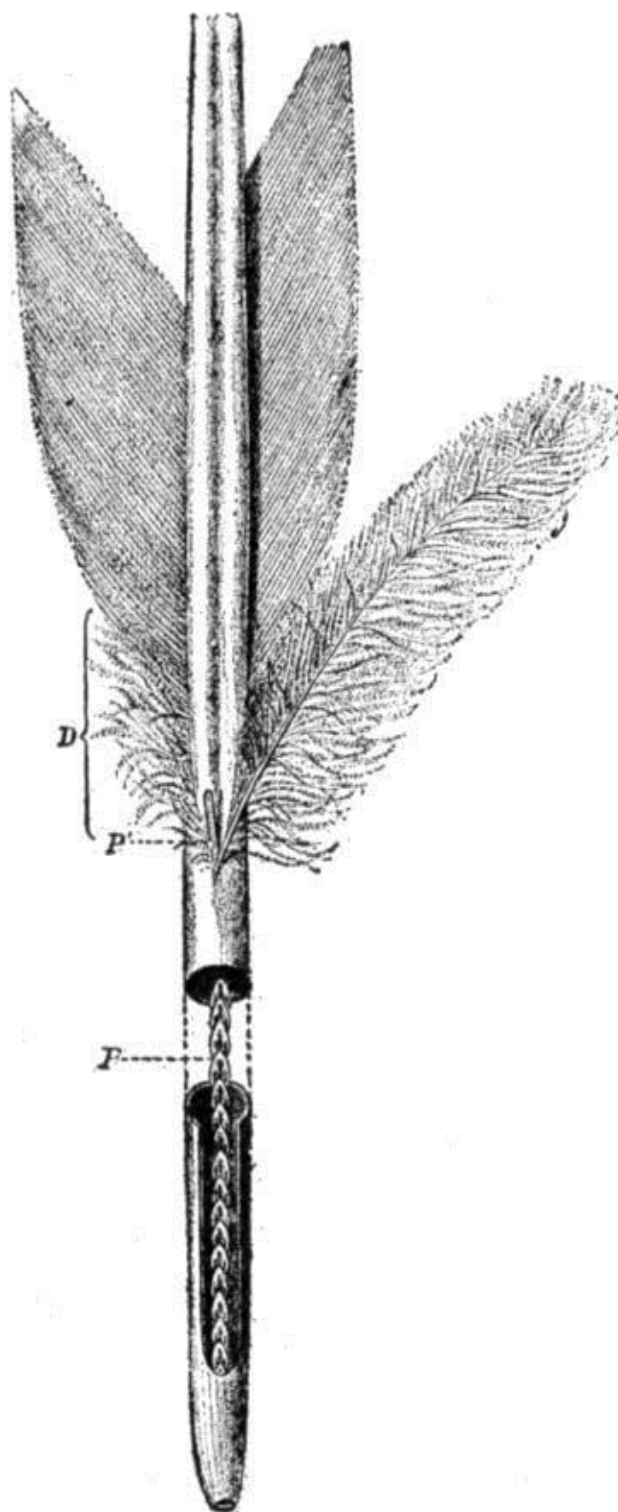


Рис. 291. — ПЕРЬЕВАЯ ПЕРЬЕВКА.

D, пуховая часть.

Перья, пожалуй, являются наиболее характерной чертой птиц. Крупные перья крыльев и хвоста называются *маховыми перьями*. Маховое перо ([рис. 291](#)) состоит из двух частей: *стержня*, или опорной оси, и широкого лопастного пера. Какая часть стержня круглая?

Полая? Твердая? Стержень прямой? Стороны лопастного пера обычно одинаковой ширины? Можете ли вы по перу определить, к крылу или хвосту оно принадлежит, и с какого крыла или с какой стороны хвоста оно взято? Перекрываются ли перья широкой стороной лопасти над или под следующим пером? Можете ли вы снова соединить две части лопасти (), сдавливая две стороны разрыва в лопасти? Разделяется ли перепончатая часть в том же месте, когда ее тянут, пока она не разорвется снова?

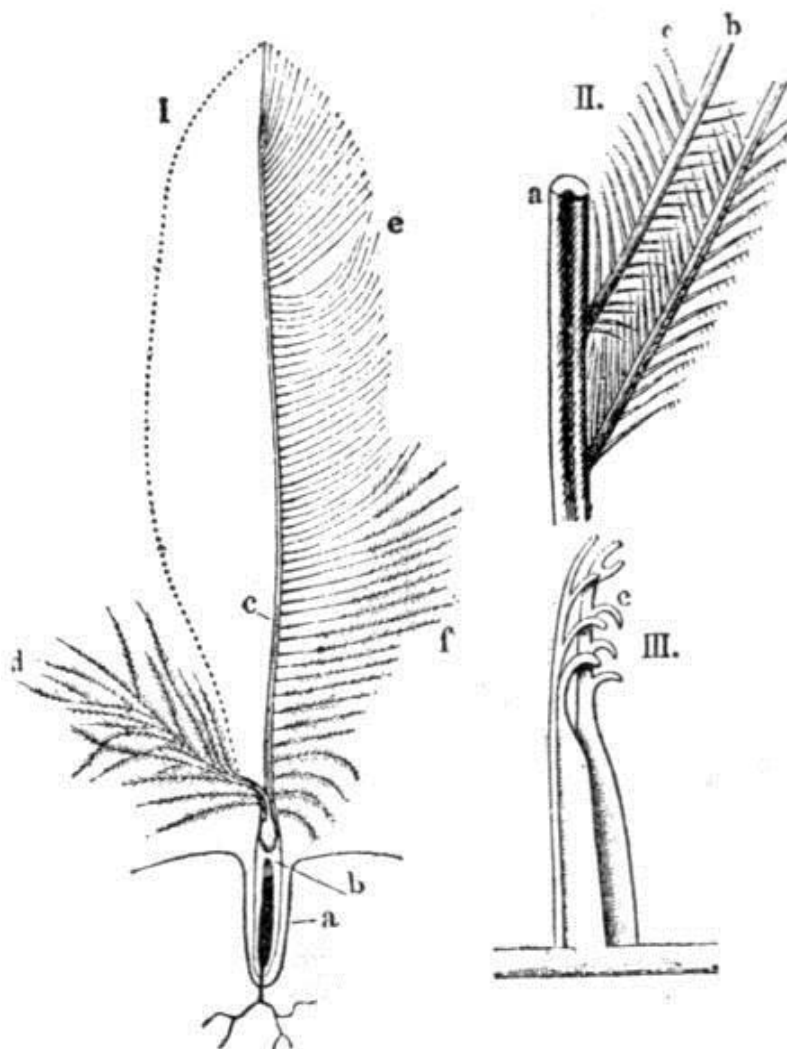


Рис. 292. — I, КОНТУР ПЕРА. II, III, ЧАСТИ ПЕРА, УВЕЛИЧЕННЫЕ.

Полая часть стержня перьевого пера называется *стержнем*. Часть стержня, на которой находится лопасть, называется *рахисом* (rā-kis). Лопасть состоит из тонких *зазубрин*, которые являются ответвлениями стержня (II, [рис. 292](#)). Как следует из названия (см. словарь), зазубрина напоминает волос. Зазубрины, в свою очередь, несут вторичные ответвления, называемые *барбулами*, а те, в свою очередь, имеют более короткие ответвления, называемые *барбикулами* (III, [рис. 292](#)). Иногда они загнуты в виде крючков ([рис. 292](#), III), и крючки соседних барбулов сцепляются, придавая лопасти прочность. Когда две барбулы разъединяются, а затем вновь соединяются при поглаживании лопасти между большим и указательным пальцами, соединение может быть настолько прочным, что при следующем потягивании лопасти она разделится в новом месте.

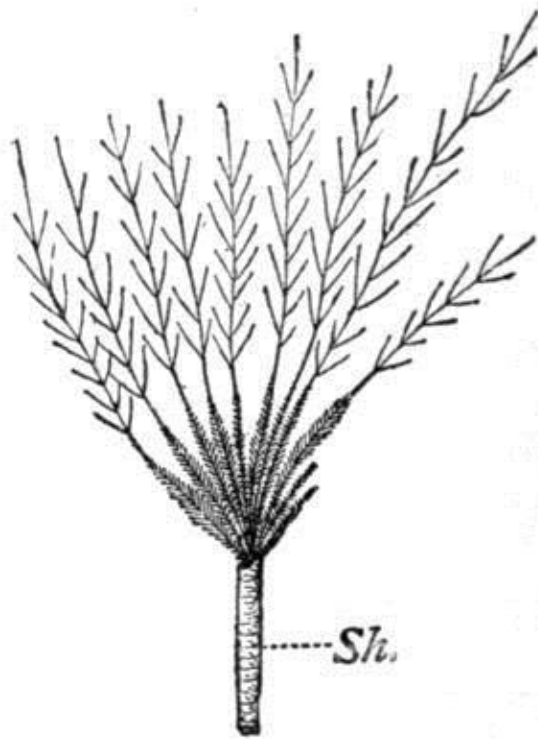


Рис. 293. Пуховое перо, увеличенное.

Существует **четыре** вида перьев: (1) только что изученные *маховые* перья; (2) оперение (1, [рис. 292](#)), которое формирует общую поверхность тела и придает ему очертания; (3) *пуховые* перья ([рис. 293](#)), обильные у птенцов и встречающиеся среди оперения взрослых особей, но не видные на поверхности; (4) перья-штифты, которые похожи на волосы и удаляются с ощипанной птицы путем опаливания. Контурные перья по структуре похожи на перья-перья. Они защищают тело от ударов, перекрывают друг друга, чтобы отводить дождь, и с помощью пуховых перьев сохраняют тепло, что объясняет высокую температуру тела птицы. Пуховые перья мягкие и пушистые, так как имеют мало или не имеют зазубрин; иногда у них отсутствует ось ([рис. 293](#)). Пинные перья представляют собой тонкие роговые стержни, очень похожие на волосы, но на концах они могут иметь пучок зазубрин.

Перо растет из небольшого выпячивания (или сосочка), расположенного внизу углубления кожи. Перо формируется путем формовки вокруг сосочка. Видите ли вы на конце перьевого стержня отверстие, через которое кровеносные сосуды питают перо? Что находится в перьевом стержне? ([Рис. 291.](#)) Рахис? Молодое контурное или перьевое перо заключено в тонкий чехол, который отбрасывается, когда перо сформировалось. Видели ли вы чехол, окружающий молодое перо у линяющей птицы?

На коже птицы есть значительные **участки** или полосы **без контурных перьев**. Такие голые участки находятся вдоль гребня груди и по бокам шеи. Однако контурные перья расположены так, что перекрывают и полностью покрывают все тело ([рис. 294](#)).

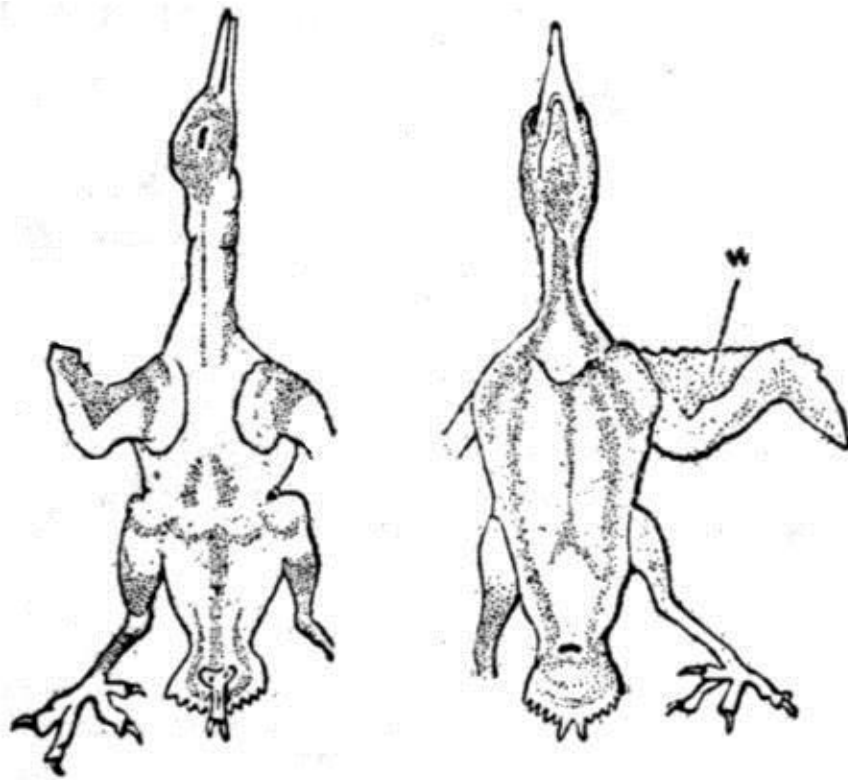


Рис. 294. — Вид сзади и снизу на ощипанную птицу, показывающий области, где растут перья.

Смена перьев называется **линькой**. Перья, как и листья деревьев, имеют хрупкую структуру и с возрастом теряют свое идеальное состояние. Поэтому ежегодное обновление перьев является преимуществом. Большинство птиц линяют два раза в год, и у многих летнее оперение ярче зимнего. Когда перо выпадает с одной стороны, соответствующее перо с другой стороны всегда выпадает вместе с ним. (Зачем это нужно?) На спинной стороне хвоста легко найти большую *масляную железу*. Как птица наносит масло на перья?

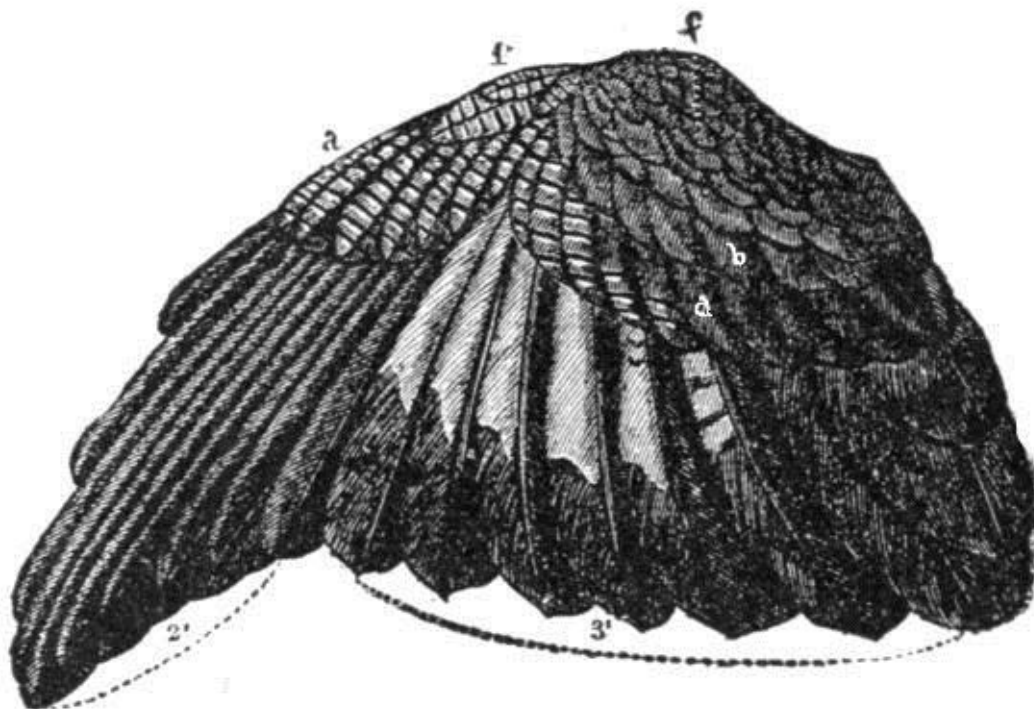


Рис. 295. Крыло птицы.

1, ложные перья (на большом пальце); 2, первичные маховые перья; 3, вторичные маховые перья; третичные маховые перья (темные) расположены друг над другом справа; *a, b*, кроющие перья.

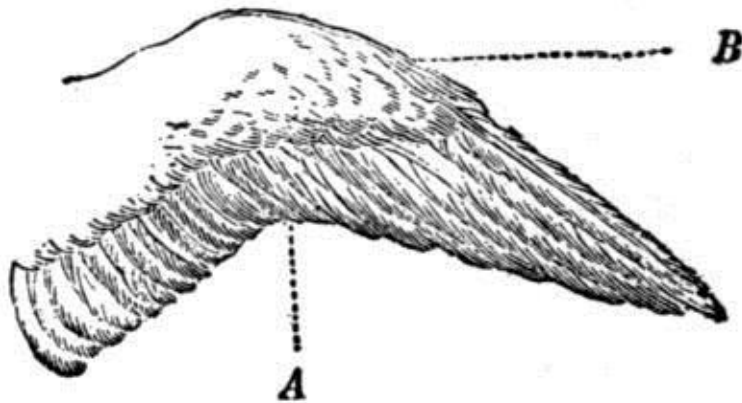


Рис. 296.

A, точка, разделяющая первостепенные и второстепенные маховые перья; *B*, кроющие перья.

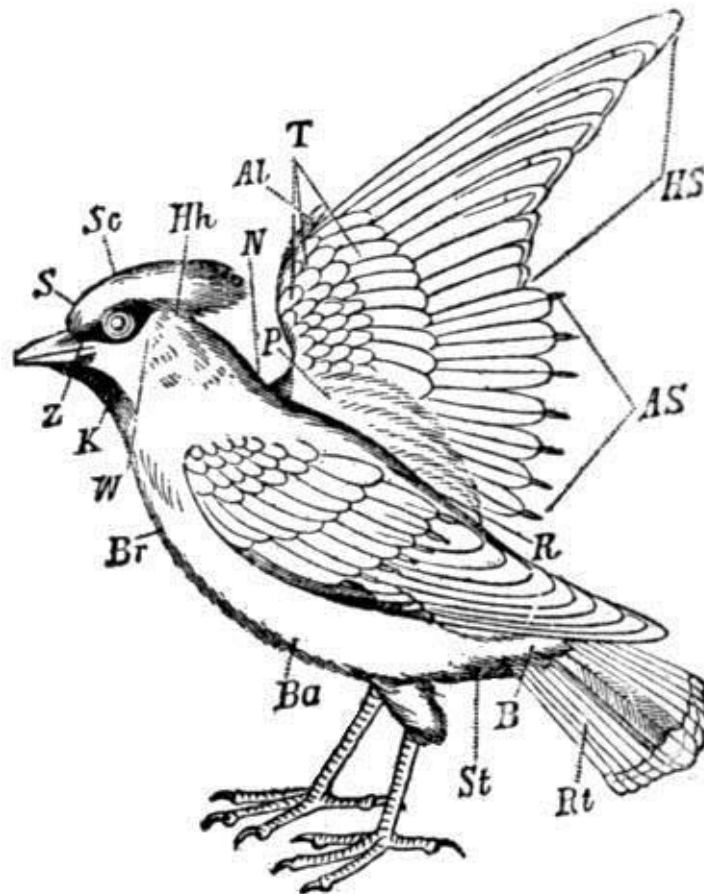


Рис. 297. — Кедровка, с обозначенными областями тела.

S, лоб; *Sc*, макушка (с хохолком); *Hh*, затылок; *K*, горло; *Br*, грудь; *Ba*, нижняя часть тела; *R*, спина; *Rt*, хвост; *B*, кроющие перья хвоста; *P*, плечевые перья (лопаточные); *T*, кроющие перья крыла; *HS*, первичные маховые перья; *AS*, вторичные маховые перья; *Al*, перья большого пальца.

При описании и классификации птиц необходимо знать названия различных внешних **частей** тела и оперения. Их можно выучить, изучив [рис. 295, 296, 297, 298](#). Перья на ладони () называются первичными, на предплечье () — вторичными, на плече — третичными. Перья на хвосте называются *хвостовыми*. Перья у основания перьев называются *кроющими*. На большом пальце находится одно или несколько перьев, называемых ложными перьями. Крыло вогнуто с нижней или верхней стороны? Какое преимущество это дает птице в состоянии покоя? А во время полета?

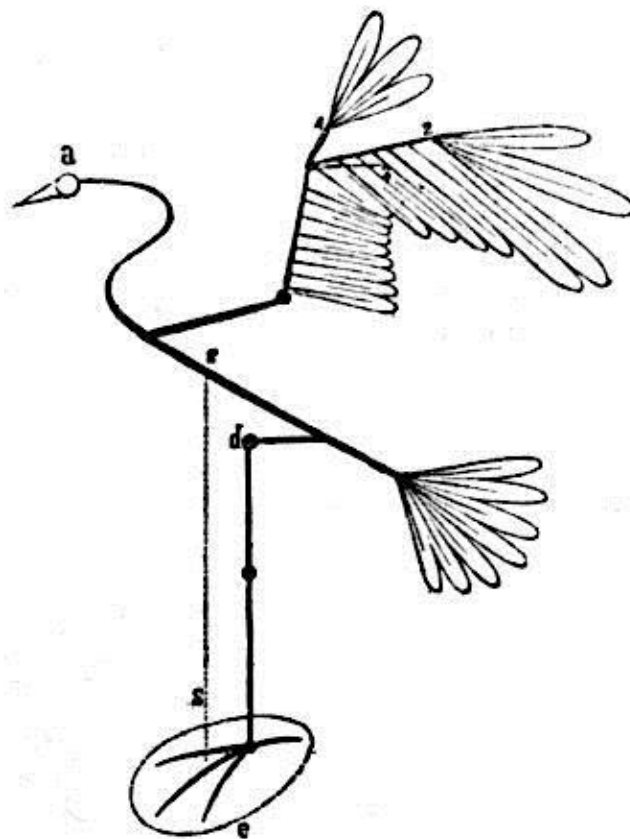


Рис. 298. СХЕМА ПТИЦЫ. *s* — центр тяжести.

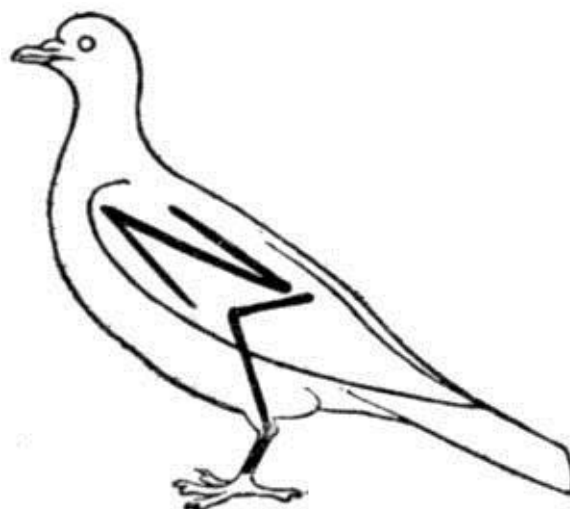


Рис. 299. — ПОЛОЖЕНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ ГОЛУБЯ.

Управление полетом. — Вы когда-нибудь видели птицу, сидящую на качающейся ветке? Каким образом она удерживала равновесие? Что делает птица во время полета, чтобы направлять свой курс вверх? Вниз? Тело птицы находится в горизонтальном положении, когда она поворачивает в любую сторону? В чем превосходят птицы с длинными заостренными крыльями? Приведите примеры. В каком полете превосходят птицы с большой площадью крыльев? Приведите примеры. Назовите распространенную птицу с короткими крыльями, которая летает с трудом, издавая жужжащий звук. Ее хвост большой или маленький? Она хорошо обходит препятствия и направляет свой полет? Почему да или почему нет? Когда лодка должна повернуть вправо, нужно ли поворачивать руль вправо или влево? (Руль тянет лодку по воде и таким образом поворачивает ее.) Когда птица хочет подняться вверх, ее хвост должен быть повернут вверх или вниз? А когда она хочет лететь вниз? Когда канюк парят в течение часа, не махая крыльями, он движется с одинаковой скоростью? Для чего он использует импульс, полученный при полете по ветру?

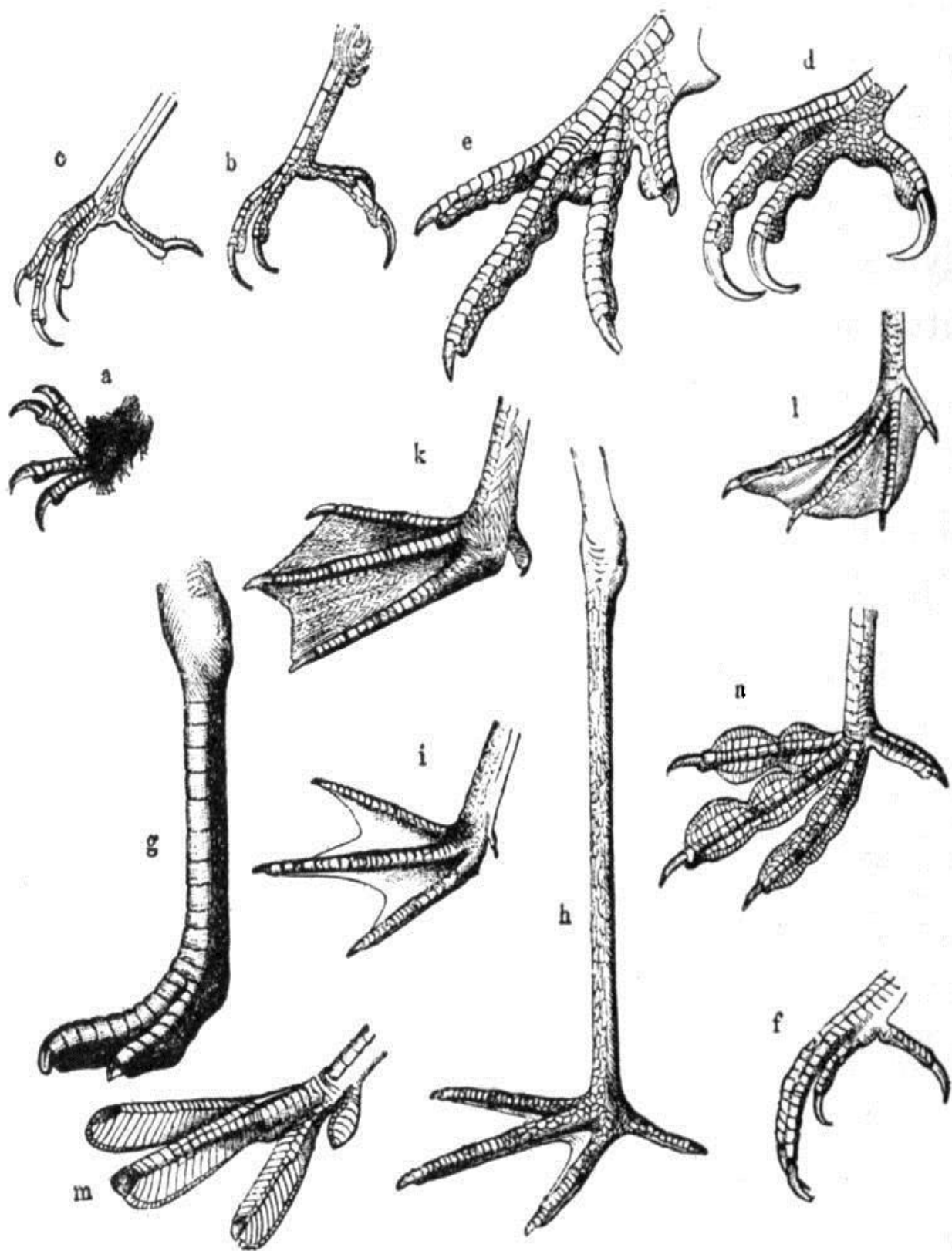


Рис. 300.

a — лазающая лапа трубочиста; *б* — лазающая лапа дятла; *в* — сидячая лапа дрозда; *г* — хватающая лапа ястреба; *д* — цапающая лапа фазана; *е* — крадущаяся лапа зимородка; *ж* — бегающая лапа страуса; *з* — бродячая лапа цапли; *и* — гребущая лапа чайки; *к* — плавающая лапа утки; *л*, управляющая лапа баклана; *м*, ныряющая лапа поганки; *н*, скользящая лапа лысухи. **Вопрос:** Есть ли птицы, которые используют лапы как руки? ([Рис. 320.](#))

Полет. — Изучая перья крыла, вы видели, что более широкая сторона лопасти находится под следующим за ней пером. Во время взмаха крыла вниз эта сторона лопасти прижимается воздухом к перу, расположенному над ней, и воздух не может проходить через крыло. Когда крыло поднимается, лопасти раздвигаются, и воздух проходит через них. Выпуклая верхняя поверхность крыла также предотвращает захват воздуха при подъеме крыла. Расправьте крыло и сильно подуйте на его нижнюю поверхность; на его верхнюю поверхность. Какие эффекты вы заметили?

Изучите **чешуйки** на ноге птицы ([рис. 300](#)). Почему нога от лодыжки вниз покрыта чешуйками, а не перьями? Какие чешуйки самые большие? ([рис. 300](#).) Чем отличаются чешуйки на передней и задней частях? Что можно сказать о чешуйках на подошве стопы, на суставах пальцев? Объясните. Как покрытие ногтей и клюва сравнивается по цвету, текстуре, твердости и прочности крепления с чешуйками на ноге?

Рис. 301. — Альтрикальная птица, для еды.



лый, с клювом, слишком слабым

Рис. 302. — Прекоциальная птица. Прекоциальность — признак и

бная бегать и подбирать пищу. является прекоциальным.

Вопрос: Что подвергается большему риску в младенчестве: голубь или птица?

Нарисуйте контур птицы, вид сбоку. Нарисуйте голову и лапы более детально и в большем масштабе.

Почему у гуся больше перьев, подходящих для изготовления подушек, чем у домашней птицы? В какой стране появилась домашняя птица? (Энциклопедия.) Почему петух поет на рассвете? (Рассмотрите жизнь животных в джунглях.)

Деятельность птицы. Наблюдайте за птицей, *когда она ест*. Кажется ли, что она жевает или разрывает пищу перед тем, как проглотить? Должна ли она поднимать голову, чтобы проглотить пищу? А чтобы проглотить питье? Почему есть разница? После кормления птицы, можете ли вы почувствовать пищу в зобе или расширение пищевода у основания шеи? ([Рис. 304](#).)

Пощупайте и посмотрите, есть ли какие-либо движения при *дыхании*. Можете ли вы определить, как часто она дышит в минуту? Поместите руку под крыло птицы. Что вы

думаете о ее *температуре*; или, лучше, какую температуру показывает термометр, помещенный под ее крыло? Видите ли вы какую-либо связь между частотой дыхания и температурой? Проверьте (как с раком), может ли птица *видеть* за своей головой? Обратите внимание на движения мигательной мембраны. Кажется ли она прозрачной?

Понаблюдайте за птицей, *летающей* в закрытом помещении, и просмотрите вопросы по разделу «Управление полетом».

Согните ногу птицы и посмотрите, влияет ли это на ее пальцы. Понаблюдайте за ходьбой птицы (особенно крупной), чтобы увидеть, сгибает ли она пальцы при поднятии ноги. Потяните заднее сухожилие на лапке, отрезанной от птицы для кухни. Должна ли птица прикладывать мышечное усилие, чтобы *ухватиться* за палку, на которой сидит? Почему да или почему нет? Когда такое сгибание пальцев путем сгибания ног дает особую выгоду ястребу? Утке? Болотной птице? Почему птица в безопасности от ястреба, если стоит рядом с деревом?

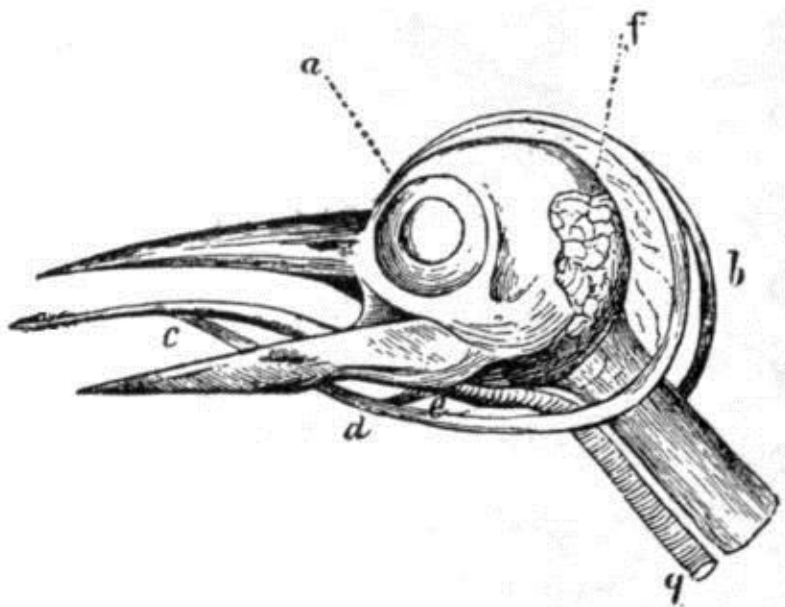


Рис. 303. Голова дятла.

c, язык; *a, b, d*, подъязычная кость; *e, q*, трахея; *f*, слюнная железа.

Видите ли вы какие-либо признаки зубов в челюстях птицы? Почему «зубы» утки (так называемые *детки*) не являются зубами? Можно ли вытянуть язык птицы вперед? ([Рис. 303.](#)) Какова его форма? Если есть возможность, вскройте и изучите тонкий костный (подъязычный) аппарат, к которому прикреплено основание языка ([рис. 303](#)), отверстие трахеи, или дыхательной трубы, щелеобразное отверстие трахеи, которое настолько узкое, что предотвращает попадание пищи в трахею.

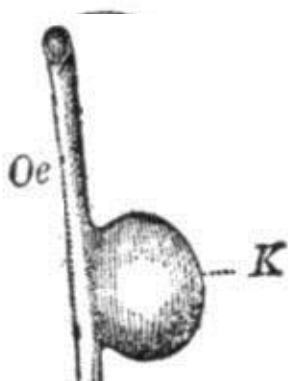


Рис. 304. АНАТОМИЯ ГОЛУБЯ $\times \frac{1}{2}$.

bk, грудина; *G, g*, мозг; *lr*, трахея; *lu*, легкое; *h*, сердце; *sr*, пищевод; *k*, зоб; *dr*, железистый желудок; *mt*, желудок; *d*, кишечник; *n*, почка; *hl*, мочеточник; *eil*, отверстия мочеточника и яйцевода в клоаку, *kl*.

Рис. 305. Пищевод птицы.

P, поджелудочная железа; *C*, слепая кишка.

Вопрос: Определите каждую часть с помощью [рис. 304](#).

Внутренние органы, или внутренние органы ([рис. 304 и 305](#)).—Внутренние органы (*vis'se-ra*), как и у большинства позвоночных, *включают* пищевой тракт и его железы; легкие, сердце и крупные кровеносные сосуды; почки, мочевой пузырь и репродуктивные органы. Нижняя часть, или пищевод, расширяется в *зоб*. Он наиболее крупный у зерноядных птиц. Он находится в V-образном углублении в углу клювовидной кости, непосредственно перед тем, как пищевод входит в грудную клетку. Пища хранится и размягчается в зобке. Из зобка пища периодически поступает в железистый желудок. Рядом с ним находится мышечный желудок, или желудок. Находятся ли места входа и выхода на противоположных сторонах желудка или рядом друг с другом? ([Рис. 304.](#)) Слизистая оболочка желудка шероховатая или гладкая? Почему? Желудок жесткий или мягкий? Почему в желудке находятся мелкие камни? Почему ястребы и другие хищные птицы не нуждаются в мышечном желудке? Печень и поджелудочная железа выделяют свои секреты в кишечник через несколько протоков, расположенных немного дальше желудка. За устьями двух слепых кишок ([рис. 305](#)) многоизвитой кишечник впадает в прямую кишку, которая заканчивается расширенной частью, называемой клоакой. Не только кишечник, но и два мочеточника мочевыделительной системы и два половых протока репродуктивной системы впадают в клоаку ([рис. 304, 305](#)).

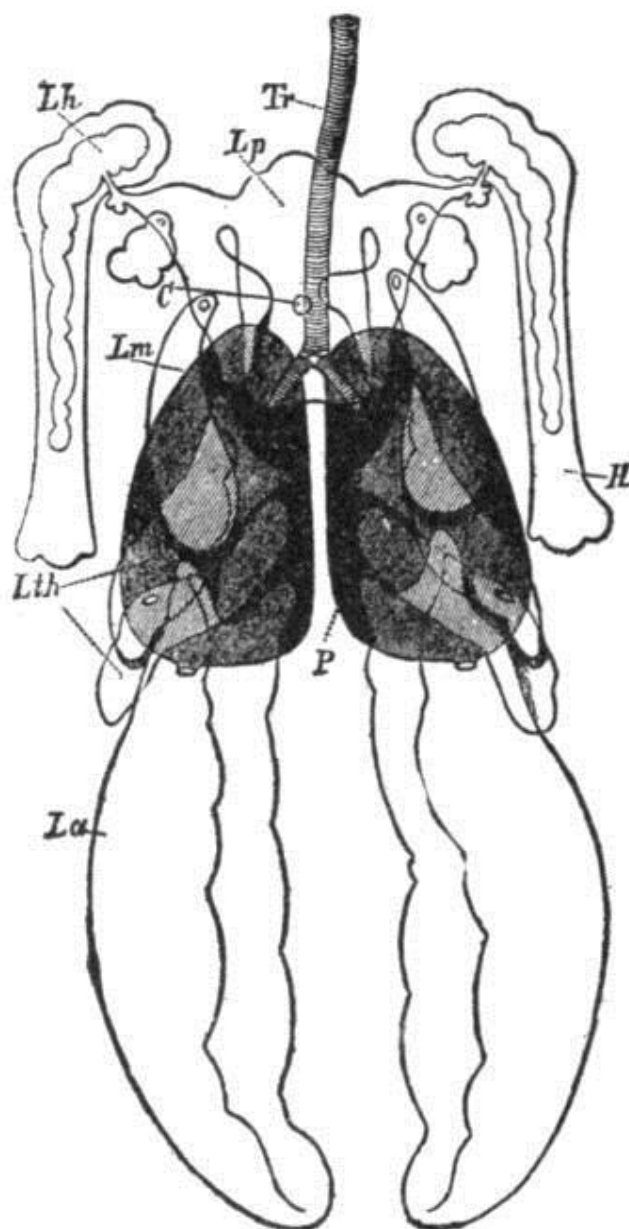


Рис. 306. — РАСПОЛОЖЕНИЕ ЛЕГКИХ И ВОЗДУШНЫХ МЕШКОВ (голубь).

Tr — трахея; *P* — легкие; *Lm* — мешок под ключицей с продолжением (*Lh*) в плечевую кость; *La* — мешки в брюшной полости.

Задняя поверхность **легких** прикреплена к позвоночнику и ребрам (*lu*, [рис. 304](#)). Они соединены с тонкостенными прозрачными *воздушными мешками*, которые помогают очищать кровь. Наполняясь теплым воздухом, они, вероятно, делают тело птицы более плавучим. Названия, расположение и форму нескольких пар воздушных мешков см. [на рис. 306](#). На [рисунке](#) также показана связь воздушных мешков с полостями в плечевых костях. Многие *кости полые*, что увеличивает плавучесть птицы. Легочная артерия, как и у человека, доставляет темную кровь в легкие для обмена углекислого газа на кислород. Из двух животных одинакового веса, кто тратит больше энергии: тот, кто летает, или тот, кто бежит на такое же расстояние? Требуется ли птице больше кислорода или меньше, пропорционально ее весу, чем животному, которое живет на земле? Находятся ли голосовые связки птицы выше или ниже в трахее, чем у человека? ([Рис. 307.](#))

Сердце птицы, как и сердце человека, имеет четыре камеры; таким образом, оно отделяет очищенную кровь от неочищенной. Поскольку чистая кровь достигает органов птицы,

окисление происходит более полно, чем в организме любого из изученных животных. Птицы имеют более высокую температуру, чем любой другой класс животных. Расскажите, чем челюсти, хвост и крылья ископаемой птицы Archaeopteryx отличались от живых птиц ([рис. 290](#)).

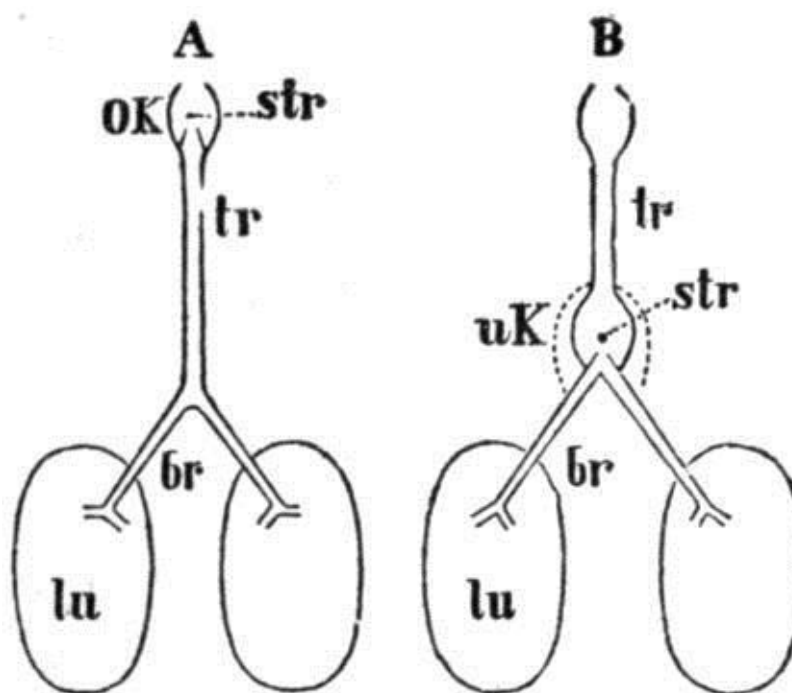


Рис. 307. — РАСПОЛОЖЕНИЕ ГОЛОСОВЫХ СВЯЗОК (*str*) млекопитающих и птиц.

Вопрос: Крякает ли птица после того, как ей отрезают голову и часть шеи? Объясните.

Предложения. — В ходе полевых работ, помимо поиска ответов на конкретные вопросы, ученики могут быть обязаны сдать отчет о местах и времени наблюдения определенного количества птиц (от 20 до 40), с указанием действий и особенностей, по которым каждая из них была отличима. Кроме того, что еще более важно, каждый ученик должен сдать отчет о тщательном и всестороннем изучении на открытом воздухе одного распространенного вида (см. ниже) с точки зрения его повадок, гнездования, отношения к окружающей среде и т. д.

Полевое исследование распространенного вида. (Для письменного отчета.) Название вида. Места обитания. Способ передвижения, когда не летает. Полет (скорость, парение, сопровождающие звуки, если есть, взлет).

Чем питается? Как добывает пищу? Взаимоотношения с птицами своего вида. Отношения с птицами других видов.

Где он строит гнездо? Почему выбрано именно такое место? Из чего построено гнездо? Как переносится материал и как встраивается в гнездо? Заполняет ли тело птицы гнездо?

Опишите яйца. Самец когда-нибудь сидит на яйцах или помогает самке до вылупления птенцов? Помогает ли он после вылупления?

Сколько времени занимает откладка яиц? Сколько времени проходит до появления птенцов? Когда они появляются, они беспомощны? Слепы? Оперены? ([Рис. 301, 302.](#)) Требуется ли птенцам много пищи? Сколько раз в час им приносят пищу? Как она распределяется? Даже если взрослые птицы иногда едят фрукты, приносят ли они их птенцам? Чем они кормят птенцов? Сколько времени проходит, прежде чем они покидают гнездо? Стараются ли родители научить их летать? Заботятся ли родители о них после того, как они покидают гнездо? Какие песни или крики издает эта птица?

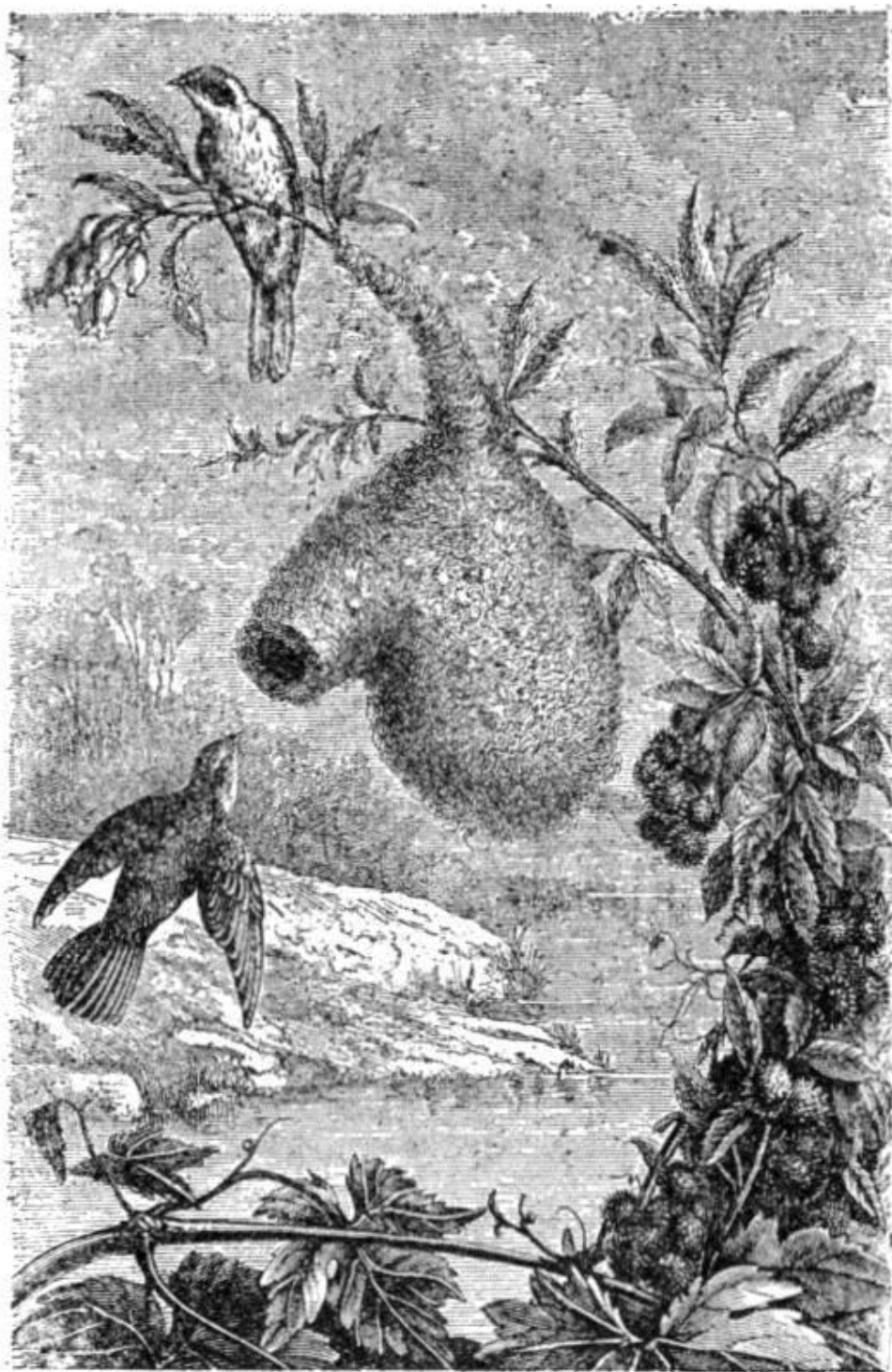


Рис. 308. Гнездо европейской синицы. В чем преимущества его формы?

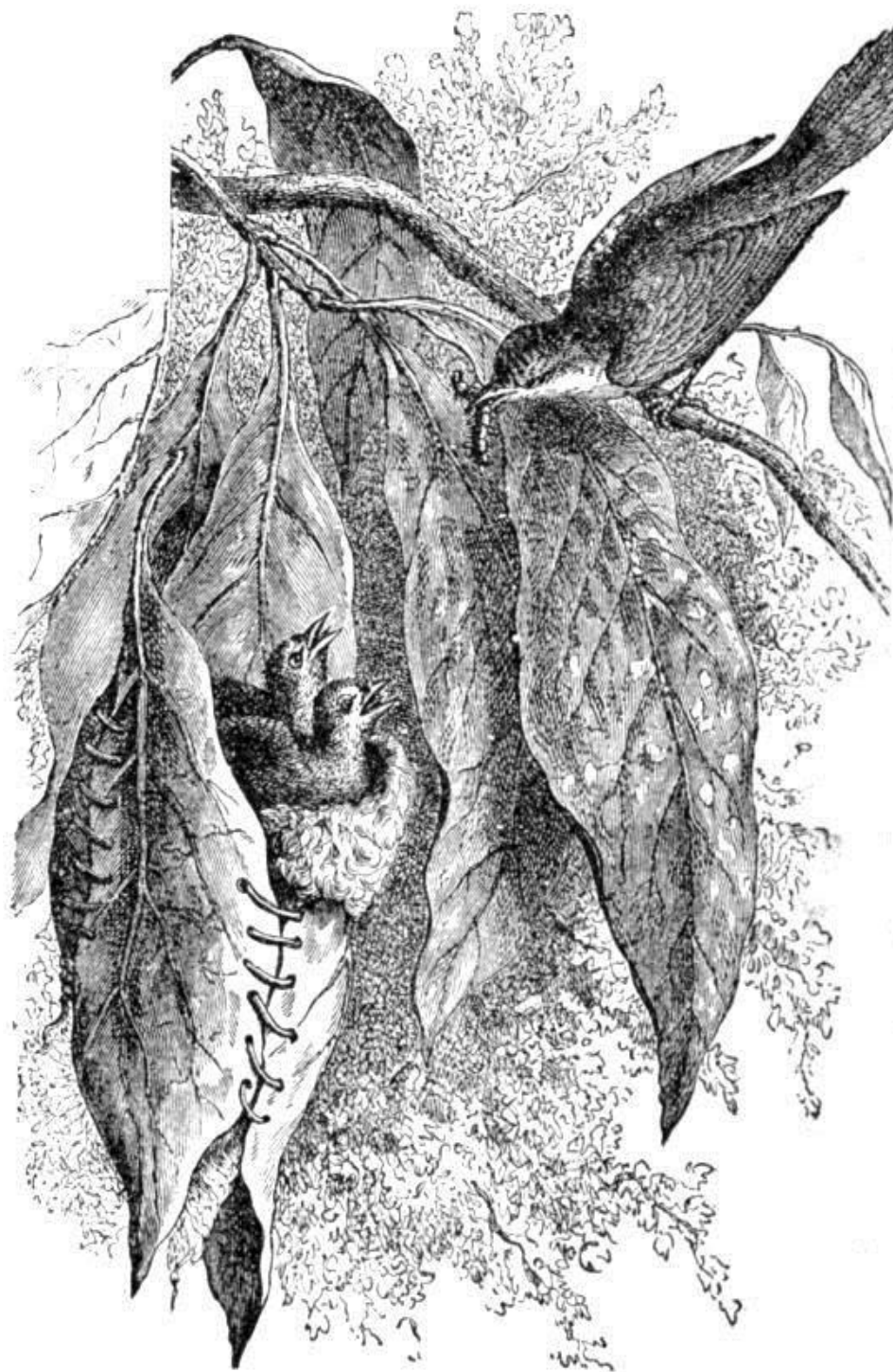


Рис. 309. Гнездо птицы-портного (Индия).

Инстинкт гнездования высоко развит.

Общее полевое исследование. (Для письменного отчета.) Назовите самых лучших и самых плохих летунов, которых вы знаете; птиц, которые летают большую часть времени; птиц, которые редко летают. Наблюдайте за птицами, которые образуют пары; живут стаями. Меняется ли их общительность в зависимости от сезона? Вы когда-нибудь видели, как птицы ссорятся?

Драку? Какие птицы, по вашим наблюдениям, гоняют или изгоняют птиц, крупнее себя? На кого из родителей больше всего похожи птенцы? Назовите цели, для которых птицы поют. Какие чувства у них очень острые? Почему? Какие тупые? Почему? Можете ли вы проверить свои утверждения экспериментально? Куропатка обычно сидит на 18–24 яйцах в гнезде.

Примерно через сколько времени после откладки первого яйца начинается сидение? Несколько куропаток откладывают яйца в одно гнездо?



Рис. 310. — Домовой крапивник.

Места обитания. Назовите некоторых птиц, которые чаще всего встречаются в следующих местах: около наших домов, в садах и огородах, на полях и лугах, в кустах, в лесах, в уединенных лесах, около водоемов, в зарослях, в сосновых лесах.

Размер. Назовите птиц, которые по размеру равны или больше красношейки, почти равны ей, в два раза меньше ее или намного меньше.

Окраска. — Какой пол более яркий? Какие преимущества дает яркая окраска одному полу? Какие преимущества дает тусклая окраска другому полу? У каких птиц желтая грудка, красное пятно на голове, красная или каштановая грудка, синяя спина, черное оперение по всему телу?

Повадки. Назовите птиц, которые ходят, прыгают, плавают, живут стаями, поют во время полета, летают волнообразно, по кругу, имеют тяжелый полет.

Такие книги, как «Birdcraft» Райта (Macmillan, Нью-Йорк), «Birds of Lakeside and Prairie» Кларка (Mumford, Чикаго) и «Stories of Bird Life» Пирсона (B. F. Johnson, Ричмонд), будут очень полезны. Последняя книга написана в увлекательном стиле и является одной из немногих, посвященных жизни птиц на Юге.

Экономическое значение птиц. Фермеры находят в классе *птиц* своих самых ценных союзников, поскольку птицы являются смертельными врагами насекомых и грызунов. Против бесчисленных грабителей, опустошающих наши поля и сады, природа противопоставляет армию птиц. Правда, их меньше, чем насекомых и других грабителей (), но они ловкие и усердные в погоне, имеют острый зрение, быстры, активны и удивительно прожорливы. Наиболее полезны чисто насекомоядные птицы, но всеядные и травоядные птицы также не пренебрегают насекомыми. *Наиболее тщательно следует защищать*

сидячих птиц и дятлов. Ночные хищные птицы (и в меньшей степени дневные) наносят большой ущерб полевым мышам, кроликам и другим грызунам. Некоторые невежественные фермеры постоянно жалуются на вред, причиняемый птицами. Уничтожать их так же неразумно, как уничтожать кожу, защищающую человеческое тело, потому что на ней есть пятно! Невозможно слишком ясно повторить, что охота на полезных птиц — это неправильный и вредный поступок, а уничтожение их гнезд — глупо и варварски.



Рис. 311. — Сова-крикунья (*Megascops asio*).

Вопрос: Сравните позу тела, положение глаз и размер глаз с другими птицами.



Рис. 312. — Ястреб-тетеревятник, или куриный ястреб.

Вредных птиц немного. Конечно, птицы, которые являются врагами других птиц, являются врагами человечества, но таких примеров мало (некоторые совы и ястребы). Многие хищные птицы ошибочно классифицируются как таковые. Например, ястребы-перепелятники не едят птиц, за исключением редких случаев; они питаются в основном насекомыми. Ястреб-перепелятник часто наблюдает за полем, где много кузнечиков, и уничтожает их большое количество. Когда птица убивается, потому что считается вредной, всегда следует осматривать ее желудок, и его содержимое часто удивляет тех, кто уверен, что это вредная птица. Автор однажды нашел двух лягушек, трех кузнечиков и пять жуков, проглоченных «куриным ястребом», убитым разгневанным фермером, но никаких признаков того, что птицы использовались в пищу, не было. Птиц не следует разводить на открытых местах, а среди деревьев и кустарников, где ястребы не могут пикировать. Птицы, которые питаются исключительно рыбой, конечно, противоречат интересам человека. Голуби наносят ущерб зерну; орлы питаются в основном другими птицами.

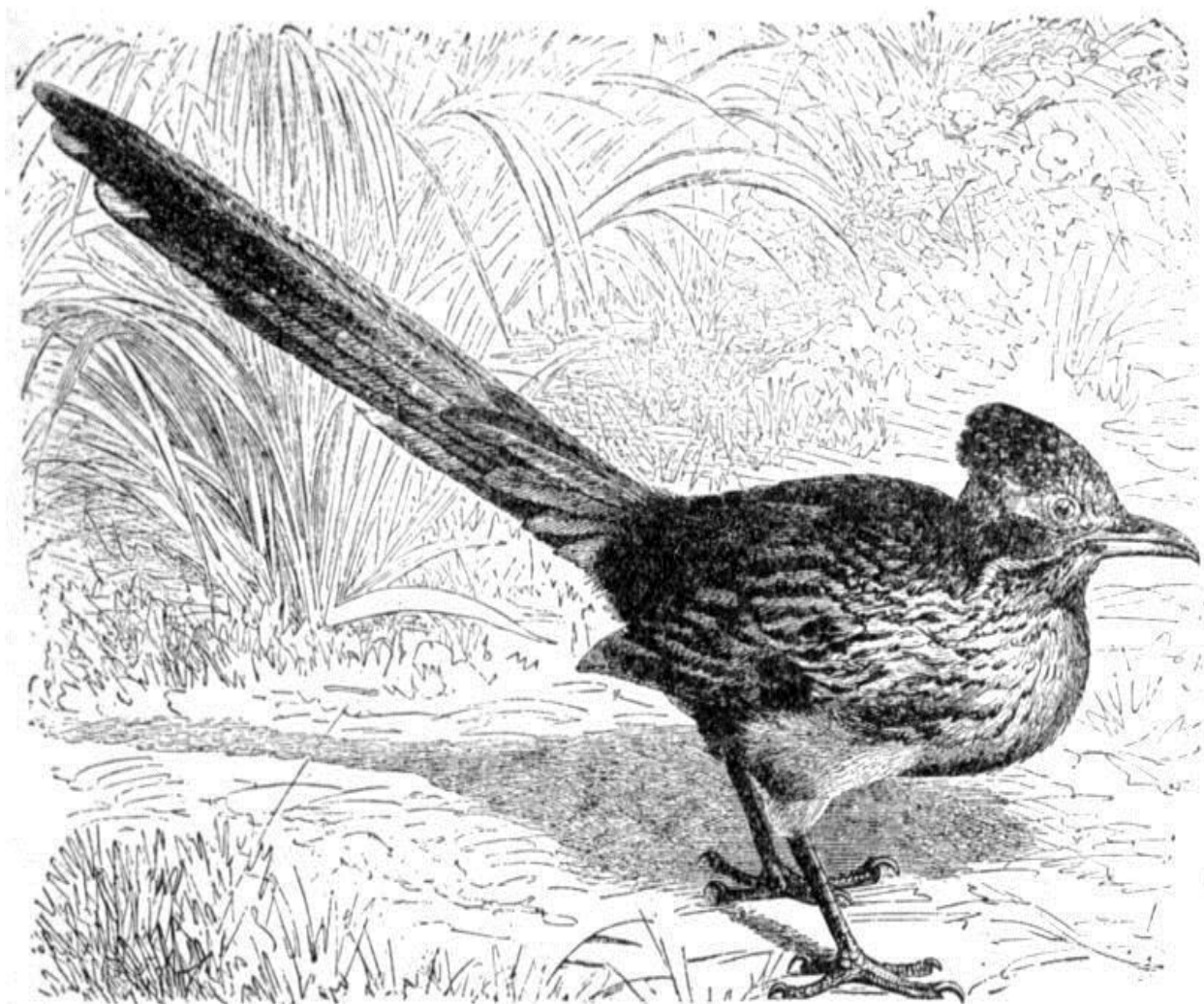


Рис. 313. — Дорожный бегун, или чапаральная птица (от Техаса до Калифорнии). Какой отряд? ([Ключ](#), стр. 177.)

Если птицы едят виноград, не убивайте их, а посадите больше винограда. Только люди, имеющие два-три фруктовых дерева или небольшой сад, теряют заметное количество пищи. Мы вырубаем леса, из которых птицы получают часть своей пищи. Мы уничтожаем насекомых-вредителей, тратя огромные средства на опрыскивание и т. д. Плата, которую птицы взимают за такую работу, действительно очень мала. (См. [стр. 177-183.](#))



Рис. 314. — Деревянная утка, самец (*Aix sponsa*). Гнездится в дуплах деревьев по всей Северной Америке. На юге также называется летней уткой. Почему?

Английский воробей — это птица, о которой нельзя сказать ни одного хорошего слова. Среди птиц она занимает то же место, что и крысы среди зверей. Она хитрая, сварливая, вороватая и доставляет много неприятностей. Она была завезена в 1852 году для уничтожения моли. Результаты показывают, насколько мы невежественны в вопросах жизни животных и как осторожно мы должны подходить к вмешательству в уклад природы. В южных городах она выводит пять или шесть выводков в год, по четыре-шесть птенцов в каждом. (Обратите внимание, чем она кормит своих птенцов.) Она сражается, конкурирует и изгоняет наших полезных местных птиц. Она также ест зерно и охотится в садах. Они размножились больше в Австралии и Соединенных Штатах, чем в Европе, потому что они оставили позади своих естественных врагов, а их новые враги (вороны, сойки, жуланы и т. д.) еще не развили в достаточной степени привычку охотиться на них. Природа, возможно, через долгое время восстановит равновесие, разрушенное самонадеянным человеком.

Защита птиц. 1. Оставьте как можно больше деревьев и кустарников. Сажайте деревья, поощряйте рост кустарников.

2. Не держите кошек. Мышеловка полезнее кошки. На владельцев кошек следует ввести налог.

3. Сделайте скворечник и поместите его на столбе; снимите кору со столба, чтобы кошки не могли на него залезть, или обмотайте столб широкой полосой жести.

4. Рассыпайте корм зимой. В засушливых регионах и в жаркую погоду держите неглубокий жестяной сосуд с водой на крыше надворной постройки или в укромном месте для пугливых птиц.

5. Не носите перья, полученные в результате убийства птиц. А какие перья не получены таким образом?

6. Сообщайте обо всех нарушителях законов о защите птиц.

7. Уничтожайте английских воробьев.

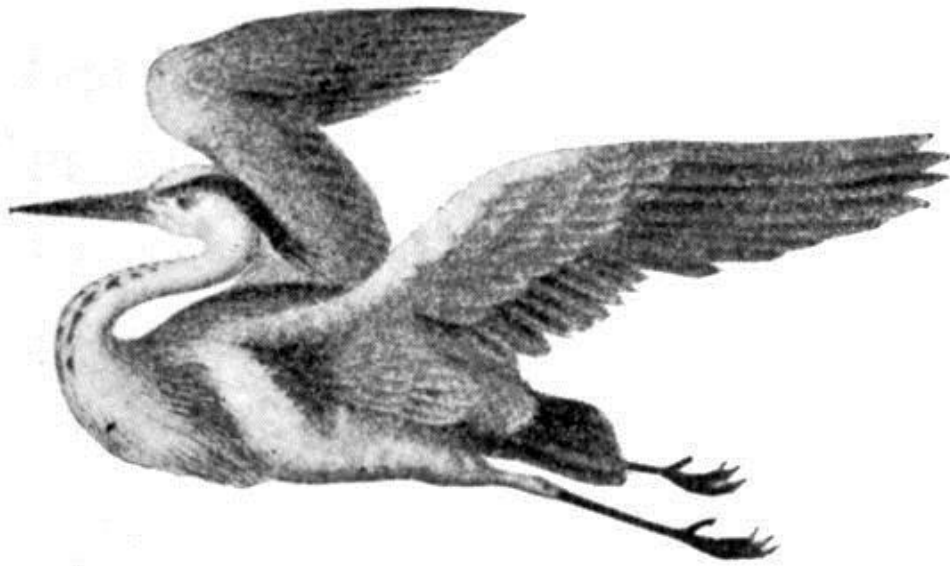


Рис. 315. Большая голубая цапля. В полете, удерживая равновесие ногами.

Миграция. Многие птицы, фактически большинство птиц, мигрируют в более теплые климатические зоны, чтобы провести там зиму. Когда-то натуралисты довольствовались тем, что называли миграцию птиц чудесным инстинктом, и не пытались ее объяснить. Поскольку птицы имеют самое теплое оперение из всех животных, зимняя миграция не служит целью спасения от холода; вероятно, она нужна для спасения от голода, потому что в холодных странах зимой пища в основном скрыта под снегом. С другой стороны, если бы птицы оставались в теплых странах летом, пища, которую можно найти в северных странах летом, осталась бы неиспользованной, в то время как им пришлось бы конкурировать за пищу с многочисленными тропическими птицами, а они сами и их яйца подверглись бы опасности со стороны змей, диких кошек и других хищных животных, которых так много в теплом климате. Это лучшие причины, которые были приведены до сих пор в пользу миграции.

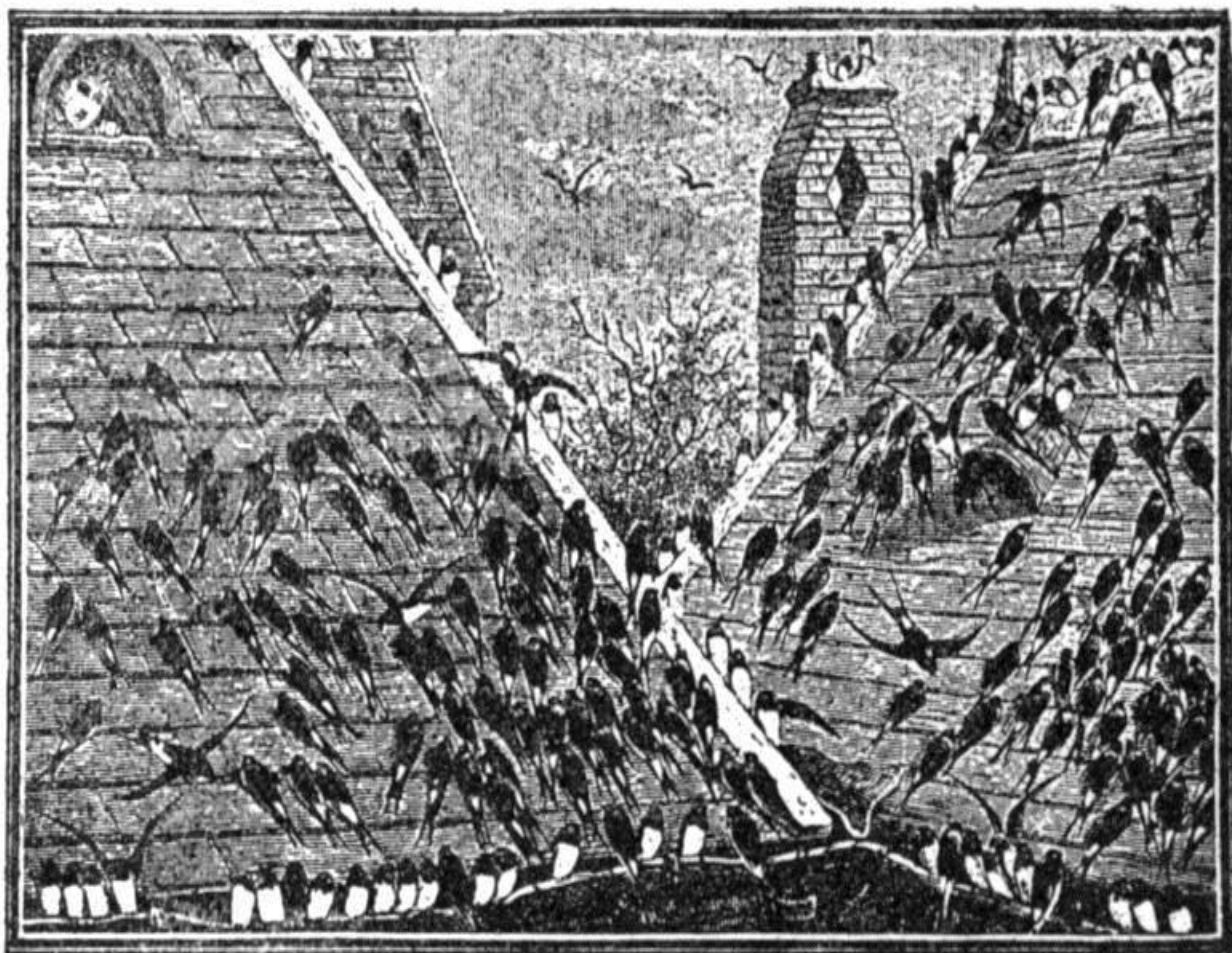


Рис. 316. — Европейские ласточки (*Hirundo urbica*), собирающиеся для осеннего перелета на юг.

Способы и методы миграции были более тщательно изучены в Европе, чем в Америке. Миграция — это не слепой, безошибочный инстинкт, но маршрут изучается и передается старыми птицами молодым; они летят стаями, чтобы не сбиться с пути ([рис. 316](#)); самые старые и сильные птицы ведут стаи ([рис. 317](#)). Птицы, которые сбиваются с пути, — это молодые птицы из последнего выводка или матери, которые отклоняются от пути, чтобы найти своих заблудившихся птенцов. Взрослые самцы редко сбиваются с пути, если только их не разгоняет буря. Иногда птицы попадают в бурю или присоединяются к стаям других видов и попадают в неподходящие для них страны, где гибнут. Например, морская или болотная птица () умрет от голода, попав в очень засушливую страну.

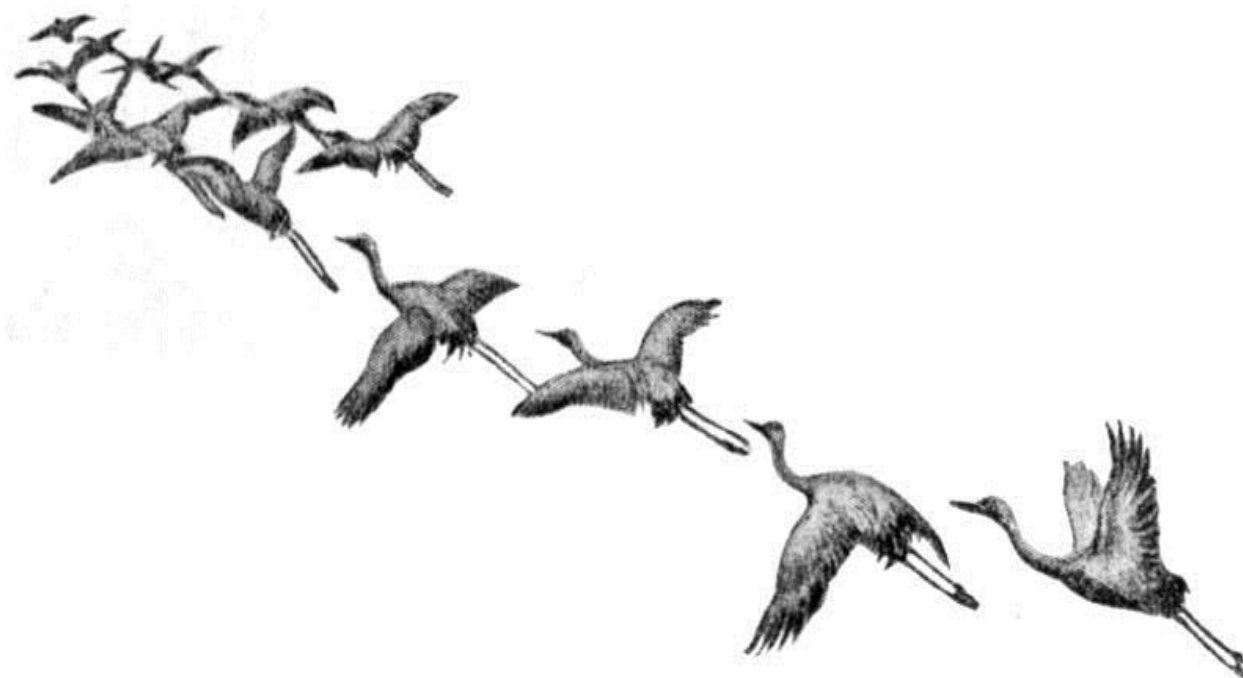


Рис. 317. — Мигрирующие журавли с лидером во главе V-образной линии.

Ориентирами на пути являются горы, реки, долины и береговые линии. Эти знания передаются из поколения в поколение. Они включают в себя расположение определенных мест на пути, где много пищи и птицы могут безопасно отдохнуть. Зиббом и другие исследователи изучали пути миграции в Старом Свете. Маршрут от мест гнездования в Северной Европе до Африки пролегает вдоль Рейна, Женевского озера, Роны, откуда некоторые виды следуют по итальянскому, а другие — по испанскому побережью до Африки. Птицы выбирают самые низкие горные перевалы. Старовековая ласточка ежегодно путешествует от Северного мыса до мыса Доброй Надежды и обратно! Другой маршрут прослежен от Египта вдоль побережья Малой Азии, Черного моря и Уральских гор до Сибири.

Полевое исследование миграции. — На доске в незанятом углу можно заполнить три колонки, потратив на эту работу несколько месяцев весной или осенью. *Первая* колонка — птицы, которые остаются на весь год. *Вторая* колонка — птицы, которые прилетают с юга и видны только летом. *Третья* колонка — птицы, которые прилетают с севера и видны только зимой. Точные даты прибытия и отлета, а также пролета над головой должны быть записаны в тетрадах. Множество таких записей позволит американским зоологам проследить маршруты миграции наших птиц. Отчеты можно отправлять руководителю Биологической службы в Вашингтоне, округ Колумбия.

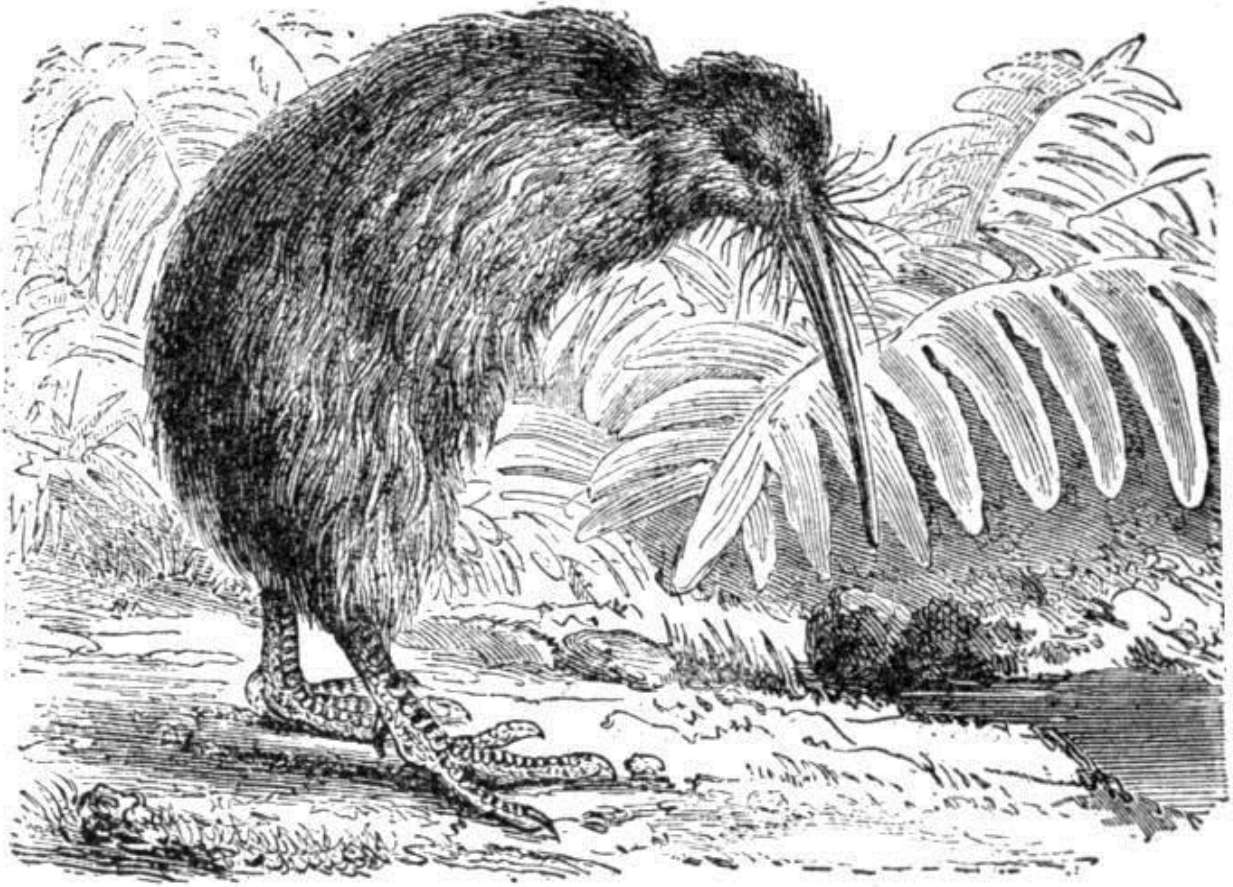


Рис. 318. — Аптерикс, Новая Зеландия. Размер курицы, крылья и хвост рудиментарные, перья похожи на волосы.

Линька. — Как птицы укладывают свои перья после того, как они взъерошены?купаются ли они когда-нибудь в воде? В пыли? Пыль помогает удалить старое масло. В какое время года у птиц самое яркое оперение? Почему? Видели ли вы когда-нибудь следы линьки у птиц? Опишите процесс линьки ([стр. 157](#)).

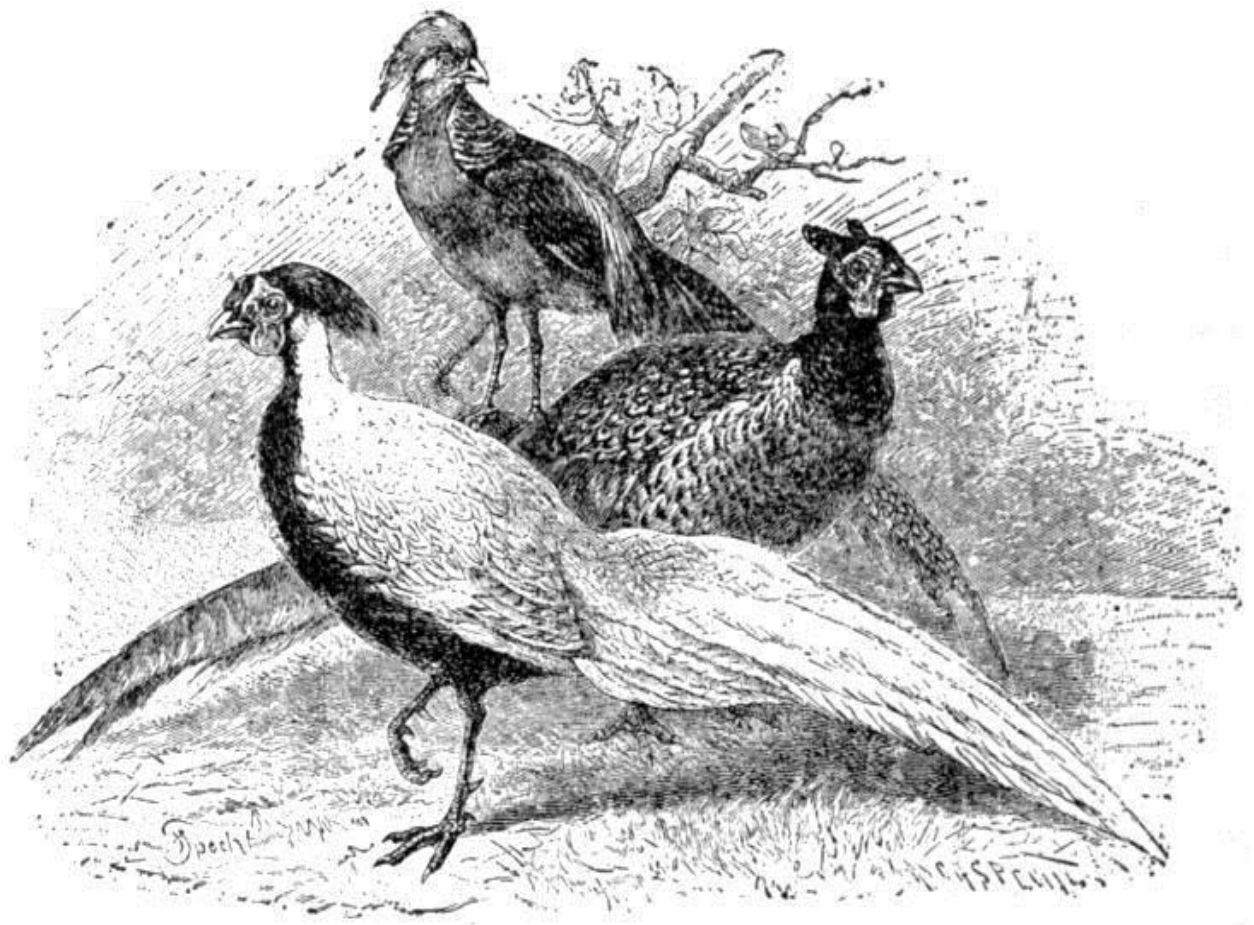


Рис. 319. — Золотой, серебряный и благородный фазаны, самцы. Порядок? ([Ключ](#), стр. 177.) Украшения самцов, наиболее яркие в сезон ухаживания, обусловлены половым отбором ([рис. 321-7-9, 333](#)).



Рис. 320. — Какаду.



Рис. 321. Райская птица (Азия).

Приспособления для полета. Полет — самый сложный и энергозатратный способ передвижения среди животных, требующий тщательной адаптации. Для поддержания равновесия самые тяжелые мышцы расположены в нижней и центральной части тела. Это

мышцы, отвечающие за полет (), и у некоторых птиц (колибри) они составляют половину всего веса. Зубы — самые плотные структуры у животных; зубы и необходимые для жевания сильные мышцы сделали бы голову тяжелой и затруднили бы поддержание равновесия; поэтому жевательный аппарат перенесен в тяжелый желудок, расположенный близко к центру тяжести тела. Шея птицы длинная и превосходит все другие шеи по гибкости, но она очень тонкая (хотя и выглядит тяжелой), покрытая рыхлой, оперенной кожей. Конус — лучшая форма, позволяющая телу проникать в воздух, а маленькая шея разрушила бы коническую форму. Внутренние органы компактно расположены и находятся в полости грудины. Мешки для воздуха, похожие на мехи, наполненные теплым воздухом, облегчают вес птицы. Кости полые и очень тонкие. Большие хвостовые перья используются птицей только для управления полетом вверх и вниз или для балансирования на ветке. Ноги также помогают летящей птице удерживать равновесие. Крыло сконструировано таким образом, что представляет собой замечательно большую поверхность по сравнению с небольшой костной опорой в скелете крыла. Используют ли трубки архитекторы, когда требуется сочетание легкости и прочности? Какие перья в крыле служат для его удлинения? (Рис. 296.) Для его расширения? Что сложнее для птицы или бабочки — полет? На что больше похожи летательные аппараты? Может ли какая-либо птица летать в течение длительного времени, не махая крыльями?

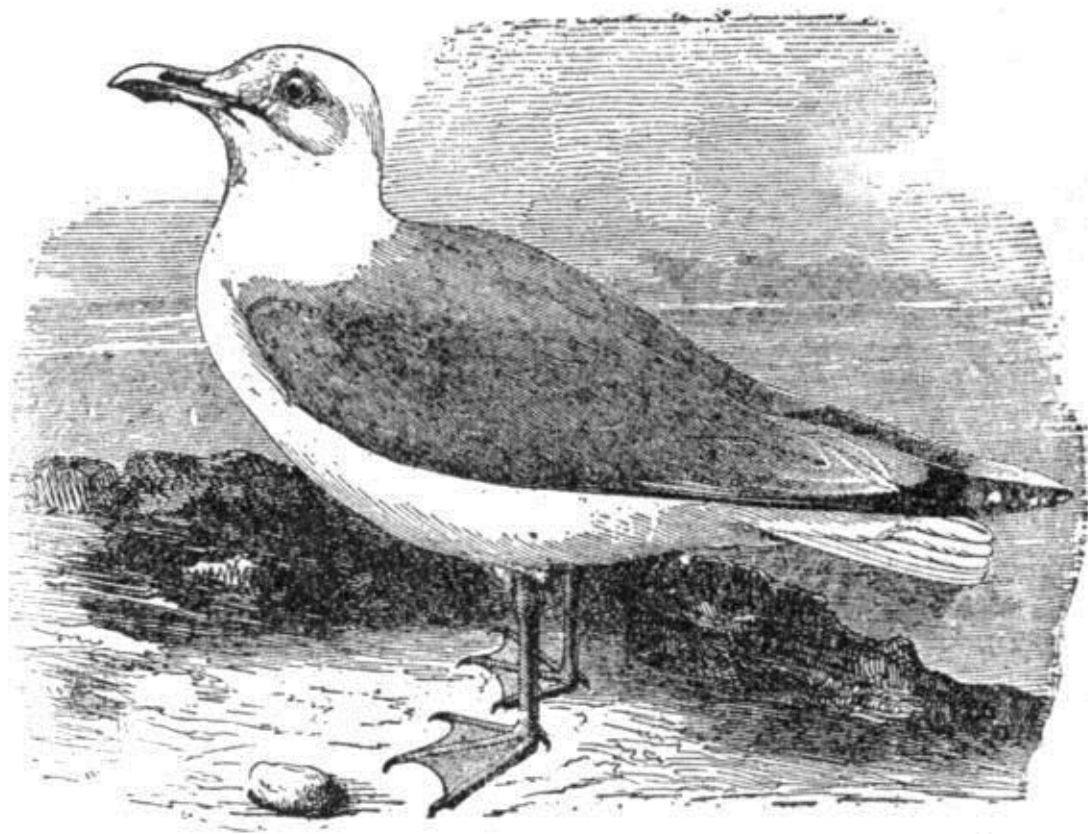


Рис. 322. — СЕРЕБРИСТАЯ ЧАЙКА. (Отряд?)

Упражнение по использованию ключа. — Скопируйте этот список и напишите название отряда, к которому принадлежит каждая из птиц. ([Ключ](#), стр. 177.)

Какаду ([рис. 320](#))

Священный ибис ([рис. 328](#))

Крикличая сова ([рис. 311](#))

Соловей ([рис. 325](#))

Перепел с хохолком ([рис. 329](#))

Крапивник ([рис. 310](#))
 Аптерикс ([рис. 318](#))
 Лира-птица ([рис. 327](#))
 Дорожный бегун ([рис. 313](#))
 Страус ([рис. 332](#))
 Пингвин ([рис. 330](#))
 Фазан ([рис. 319](#))
 Деревянная утка ([рис. 314](#))
 Якана ([рис. 324](#))
 Чайка ([рис. 322](#))
 Цапля ([рис. 315](#))
 Ястреб ([рис. 312](#))

КЛЮЧ ИЛИ ТАБЛИЦА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПТИЦ (*класс Aves*) ПО РЯДАМ

Отряды		
A ₁	Крылья, непригодные для полета ^{2 или 3} пальца	БЕГУНЫ
A ₂	Крылья, пригодные для полета ^{кроме} пингвинов	
B ₁	<i>Пальцы соединены перепонкой для плавания, ноги короткие</i>	
C ₁	Лапы расположены далеко назад; крылья короткие, концы не доходят до основания хвоста (Рис. 300)	НЫРЯЛЬЩИКИ
C ₂	Клюв уплощенный, роговые пластинки под краем верхней части клюва (Рис. 323)	КЛЮВОВЫЕ СИТА
C ₃	Крылья длинные и заостренные, клюв тонкий	МОРСКИЕ ПТИЦЫ
C ₄	Все четыре пальца соединены перепонкой, голый мешок под горлом	ГОРГУРИ
B ₂	<i>Пальцы не соединены перепонкой для плавания</i>	
C ₁	Три передних пальца, длинная шея и ноги, голень (голень или «барабанная палочка») частично голая	БОЛОТНЫЕ ПТИЦЫ
C ₂	Три передних пальца, шея и ноги не длинные	
D ₁	Когти короткие и тупые (Рис. 300)	
E ₁	Ноги и клюв крепкие, молодые перья, основание заднего пальца приподнято	СКРЕБКИ
E ₂	Ноги и клюв слабые, молодые голые	ПОСЛАНЦЫ
D ₂	Когти длинные, изогнутые и острые, клюв загнутый и острый	ГРАБИТЕЛИ
D ₃	Когти длинные, слегка изогнутые, клюв почти прямой	СИДЯЧИЕ

C₃ Два передних и два задних пальца ([Рис. 300](#))

D ₁	Прямая спина, ноги используются для лазания	ЛАЗАНИЕ С ПОМОЩЬЮ НОГ
D ₂	Клюв загнут, для лазания используются как клюв, так и лапы	ЛАЗАЮЩИЕ С ПОМОЩЬЮ КЛЮВА

Питание птиц. — Выдержки из Бюллетеня № 54 (Министерство сельского хозяйства США), автор Ф. Э. Л. Бил.

Практическая ценность птиц в борьбе с насекомыми-вредителями должна быть более широко признана. Уничтожить птиц в саду или на зерновом поле может быть легко, но бороться с насекомыми-вредителями чрезвычайно сложно. Несомненно, что ценность наших местных воробьев как уничтожителей сорняков не оценивается по достоинству. Семена сорняков составляют важную часть зимнего рациона многих из этих птиц, и невозможно оценить огромное количество вредных сорняков, которые таким образом уничтожаются ежегодно. Если вокруг кукурузных полей видны стаи ворон или черных дроздов, или если в саду замечены дятлы, то, возможно, неудивительно, что их обвиняют в нанесении вреда. Однако тщательное исследование часто показывает, что на самом деле они уничтожают вредных насекомых, а также что даже те, которые наносят вред в одно время года, могут компенсировать это, поедая насекомых-вредителей в другое время. Насекомых постоянно едят большинство наземных птиц. Во время сезона размножения большинство видов питаются в основном этой пищей и выращивают своих птенцов исключительно на ней.

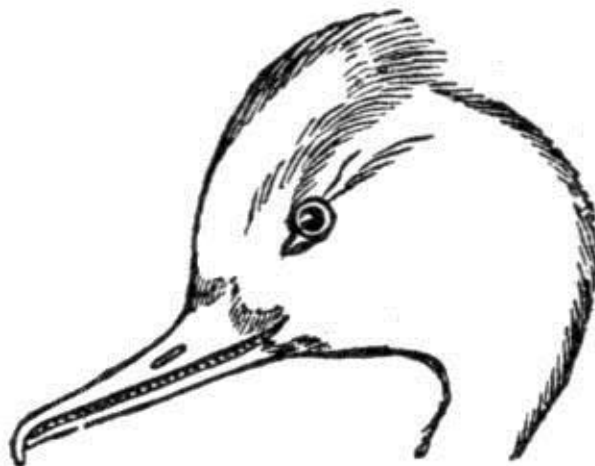


Рис. 323. Голова утки.

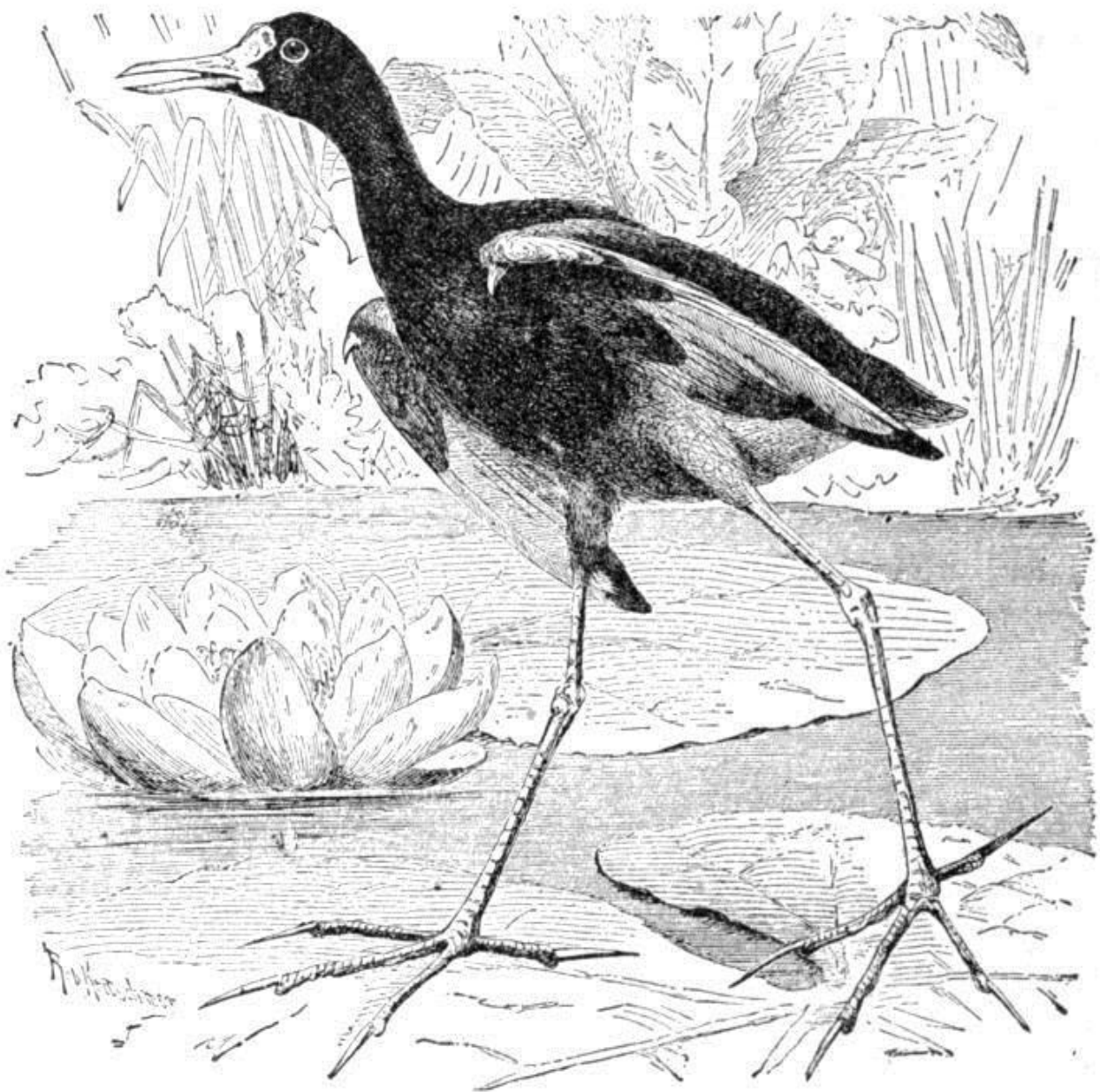


Рис. 324. — Якана. (Мексика, юго-запад Техаса и Флорида).

Вопросы: Какова, по-вашему, польза таких длинных пальцев? Какая особенность крыльев? Головы?

Куropатки. Говоря о 13 птицах, которых он застрелил, доктор Джадд говорит: «Эти 13 птиц потребляли семена сорняков в количестве, составляющем 63 % их рациона. 38 % составляли семена амброзии, 2 % — клевера, гороха куropатки и акации, а 23 % — семена различных сорняков. Около 14 процентов пищи перепела за год состоит из животных (насекомых и их сородичей). Среди них выделяются колорадский жук, полосатый кабачковый жук, хлопковый долгоносик, кузнечики. Как уничтожитель сорняков перепел имеет мало равных, если таковые вообще есть. Кроме того, его привычки таковы, что он почти постоянно находится на земле, где он тесно контактирует как с семенами сорняков, так и с насекомыми, обитающими на земле. Он хорошо ориентируется на местности и, если его не беспокоят, каждый день патрулирует все поля в окрестностях в поисках пищи.



Рис. 325. СОЛОВЕЙ, $\times \frac{1}{3}$.

Рис. 326. — ЖАВОРОНОК, $\times \frac{1}{3}$.

Два знаменитых европейских певца.

Голуби. — Пища голубя состоит из семян сорняков и некоторых злаков. Исследование содержимого 237 желудков показало, что более 99 % пищи состоит исключительно из растительной пищи.

Кукушки. Исследование желудков 46 черноклювых кукушек, добытых в летние месяцы, показало остатки 906 гусениц, 44 жуков, 96 кузнечиков, 100 пилильщиков, 30 клопов и 15 пауков. Из желтоклювых кукушек, или «дождевых воронов», было исследовано 109 желудков, собранных с мая по октябрь включительно. Содержимое состояло из 1865 гусениц, 93 жуков, 242 кузнечиков, 37 пилильщиков, 69 клопов, 6 мух и 86 пауков.

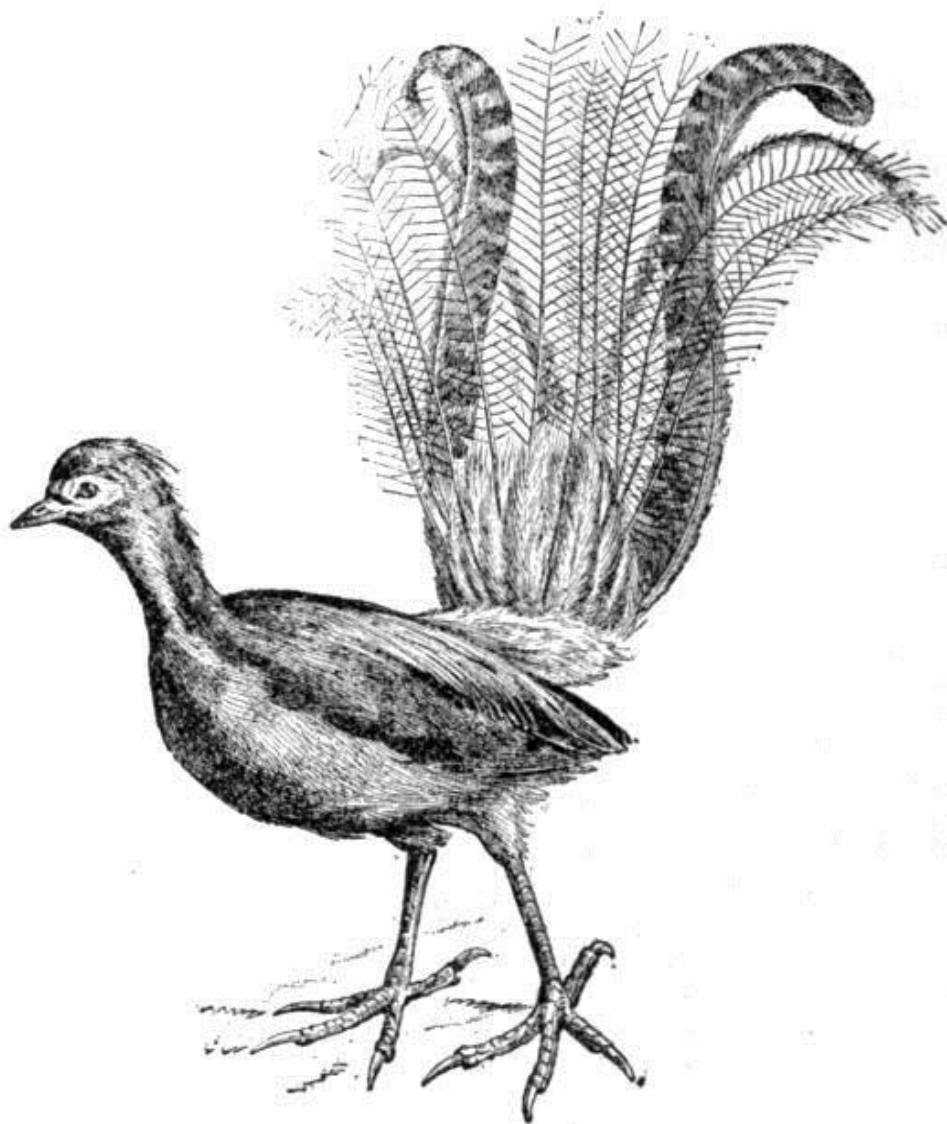


Рис. 327. — Ли́ра-птица, самец.

Дятлы. Внимательные наблюдатели заметили, что, за исключением одного вида, эти птицы редко оставляют заметные следы на здоровом дереве, за исключением тех случаев, когда оно поражено древоточными личинками, которые дятлы точно находят, извлекают и пожирают. Из исследованных желудков дятлов или желтых дятлов три были полностью заполнены муравьями. Две из птиц содержали более 3000 муравьев каждая, а третья — целых 5000. Эти муравьи принадлежат к видам, которые живут в земле. Именно этих насекомых ищет дятловая птица, бегая по траве. Желтобрюхий дятел или сосун (*Sphyrapicus varius*) был признан виновным в том, что он проклеывает дырки в коре различных лесных деревьев, а иногда и в коре яблонь, и пьет сок, когда ямки наполняются. Однако было доказано, что помимо сока птица ловит большое количество насекомых, которых привлекает сладкая жидкость, и что они составляют очень значительную часть ее рациона. Дятлы, по-видимому, являются единственными существами, которые могут успешно бороться с некоторыми насекомыми-вредителями лесов и, в некоторой степени, с вредителями фруктовых деревьев. Уже по этой причине, если не по другим, их следует защищать всеми возможными способами.



Рис. 328. Священный ибис. (Отряд?)

Ночной ястреб, или «бык-летучая мышь», чаще всего можно увидеть парящим высоко в воздухе днем или ранним вечером. Он гнездится на скалах, голых холмах и плоских крышах городов. Его пища состоит из насекомых, которых он ловит в полете; и эта птица настолько жадная, что когда пищи много, она набивает свой желудок почти до разрыва. Муравьи (кроме рабочих) имеют крылья и летают, когда готовятся к размножению. По уничтожению муравьев ночные ястребы стоят на втором месте после дятлов, признанных муравьедов среди птиц, или даже наравне с ними.



Рис. 330. — Пингвин Патагонии. Крылья используются как ласты для плавания.

Ворона. — Неоднократно доказано, что она вырывает прорастающий кукурузу, уничтожает цыплят и грабит гнезда мелких птиц. И это еще не все ее грехи. Известно, что она ест лягушек, жаб, саламандр и некоторых мелких змей, то есть всех безвредных существ, которые приносят пользу, поедая насекомых. Опыт показывает, что их можно удерживать от вырывания молодой кукурузы, покрыв семена смолой, что не только спасает кукурузу, но и заставляет их обратить свое внимание на насекомых. Майские жуки, «дорбаги» или июньские жуки и другие представители того же семейства составляют основную пищу весной и в начале лета и в огромных количествах скормливаются птенцам.

Рисовая птица. Ежегодные убытки рисоводов из-за боболинков оцениваются в 2 000 000 долларов.

Луговая жаворонок. — После кузнечиков, жуки составляют наиболее важную часть пищи луговой жаворонка, составляя почти 21 процент. Май — месяц, когда страшный червь-гусеница начинает свою смертоносную карьеру, и тогда жаворонок делает свою лучшую работу. Большинство этих гусениц питаются на земле и остаются незамеченными птицами, которые обычно обитают на деревьях, но луговая жаворонок находит и пожирает их тысячами.



Рис. 331. Зонтик с гнездами социальных ткачей Африки; полигамные.

Воробьи. Исследование многих желудков показывает, что зимой полевой воробей питается исключительно семенами сорняков. Вероятно, каждая птица потребляет около четверти унции в день. Южнее в зимний период деревенский воробей заменяется белогорлым воробьем, белоголовым воробьем, лисьим воробьем, певчим воробьем, полевым воробьем и несколькими другими видами, так что по всей стране огромное количество этих семеядов в холодные месяцы занимается работой, сокращая урожай следующего года растений, которые хуже, чем бесполезные.

Роббин. Исследование 500 желудков показывает, что более 42 процентов его пищи составляют животные вещества, в основном насекомые, а остальная часть в основном состоит из мелких фруктов или ягод. Растительная пища составляет почти 58 процентов содержимого желудка, более 47 процентов — дикие фрукты, и только чуть более 4 процентов — возможно, культивируемые сорта. Культивируемые фрукты, составляющие около 25 процентов, были найдены в желудках в июне и июле, но только в незначительном количестве в августе. Дикие фрукты, напротив, едят каждый месяц и в течение половины года составляют основную пищу.

Вопросы. — Какие из этих птиц распространены в вашем районе? Какие из них, согласно приведенному выше отчету, явно вредны? Явно полезны? Сомнительны? Какие из них являются большими уничтожителями семян сорняков? Древоточцев? Муравьев? Зерна? Почему уничтожение муравья ночным ястребом приносит больше пользы, чем уничтожение муравья дятлом? Назовите единственного дятла, который наносит вред деревьям. Если птица съедает две унции зерна и одну унцию насекомых, то, вероятно, она приносит больше пользы или больше вреда?



Рис. 332. АФРИКАНСКИЙ СТРАУС, $\times \frac{1}{20}$. (Порядок?)

ГЛАВА XIV

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (ЖИВОТНЫЕ И ЧЕЛОВЕК)

Предложения. — В школу можно принести ручного кролика, домашнюю кошку или домашнюю белку и показать их классу. Домашних животных можно наблюдать дома и на улице. Изучение зубов даст ключ к пониманию жизни животного, и учитель должен собрать несколько черепов млекопитающих, когда представится такая возможность. Учащиеся должны идентифицировать их с помощью таблицы черепов (с. 194). Если некоторые увлеченные анатомией ученики захотят вскрыть мелких млекопитающих, то образцы следует усыпить хлороформом и следовать инструкциям по вскрытию, обычно используемым в лабораторных работах по этой теме. Краткое руководство приведено на [стр. 223](#). Следующий план изучения живого млекопитающего подходит практически одинаково как для кролика или белки, так и для кошки.

Кошка. Домашняя кошка (*Felis domestica*) вероятно происходит от нубийской кошки (*Felis maniculata*, [рис. 333](#)), обитающей в Африке. Дикий вид примерно в полтора раза больше домашней кошки, серо-коричневого цвета с более темными полосками; хвост имеет темные кольца. Рысь, или дикая кошка Америки (*Lynx rufus*), совершенно отличается. Сравните рисунки ([333, 335](#)) и укажите три очевидных различия. К какому американскому виду ближе всего родственна домашняя кошка: к рыси ([рис. 335](#)) или к оцелоту ([рис. 334](#))? Домашняя кошка встречается во всех странах мира. Какой вывод можно сделать о ее ближайших родственниках из того факта, что у индейцев не было кошек, когда была открыта Америка? Древние египтяне считали ее священным животным, и после смерти ее тело бальзамировали.

Тело кошки очень гибкое. Его можно разделить на пять частей: голова, шея, туловище, хвост и конечности. Ее глаза () имеют те же части, что и глаза других млекопитающих. Какая часть ее глаза наиболее своеобразна? ([Рис. 333.](#)) Какая часть, присутствующая у птиц, отсутствует у кошки? Как глаза кошки приспособлены к ночному зрению? Расширяется ли зрачок при свете вверх, вниз или поперек радужной оболочки? Становится ли он когда-нибудь круглым?

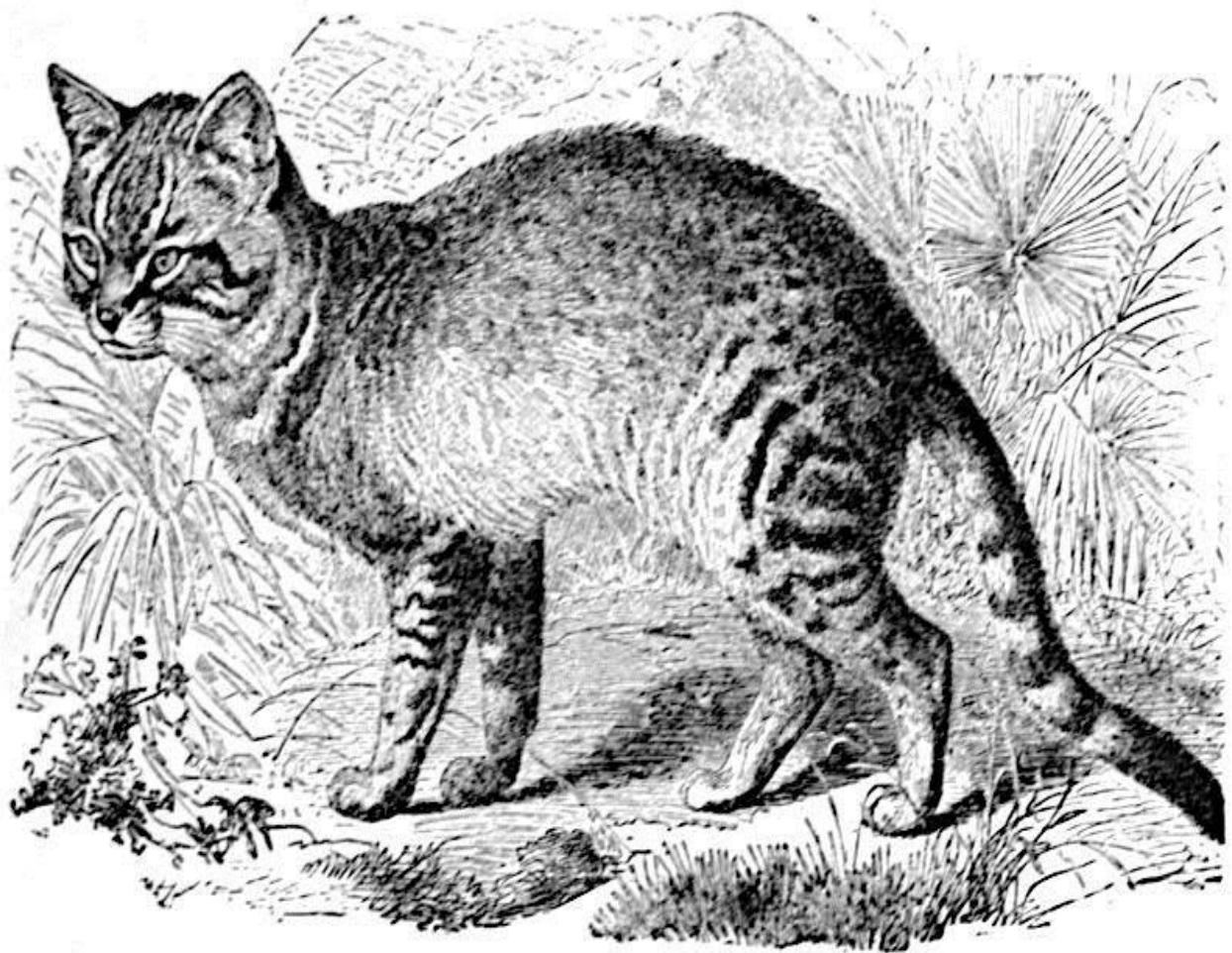


Рис. 333. Дикая кошка Африки (*Felis maniculata*), $\times 1/8$.

Какова форма и положение *ушей*? Они большие или маленькие по сравнению с ушами большинства млекопитающих? Они лучше всего приспособлены для улавливания звуков из какого направления? Что это говорит о привычках кошки? (Сравните с ушами кролика.) Прикоснитесь к *усам* кошки. Каков результат? Это было добровольное или непроизвольное движение? *Ноздри* относительно большие или маленькие по сравнению с ноздрями коровы? Человека?

Шея длинная или короткая? Какую шею обычно имеют животные с длинными передними лапами? А животные с короткими лапами? Почему? Сколько *пальцев* на передней лапе? На задней лапе? Почему такое расположение лучше, чем обратное? Некоторые млекопитающие ходят на подошве (*плантиградные*), некоторые — на пальцах (*дигитиградные*). К какому типу относится кошка ()? Она ходит на кончиках пальцев? Она ходит, опираясь на все суставы пальцев? Где находится *пятка* кошки? ([Рис. 334.](#)) *На запястье*? Чтобы определить расположение запястья, начните сверху: найдите лопатку, плечо (одна или две кости?), предплечье (одна или две кости?), запястье, ладонь и пальцы ([рис. 337](#)). Пяточная кость выпуклая или маленькая?

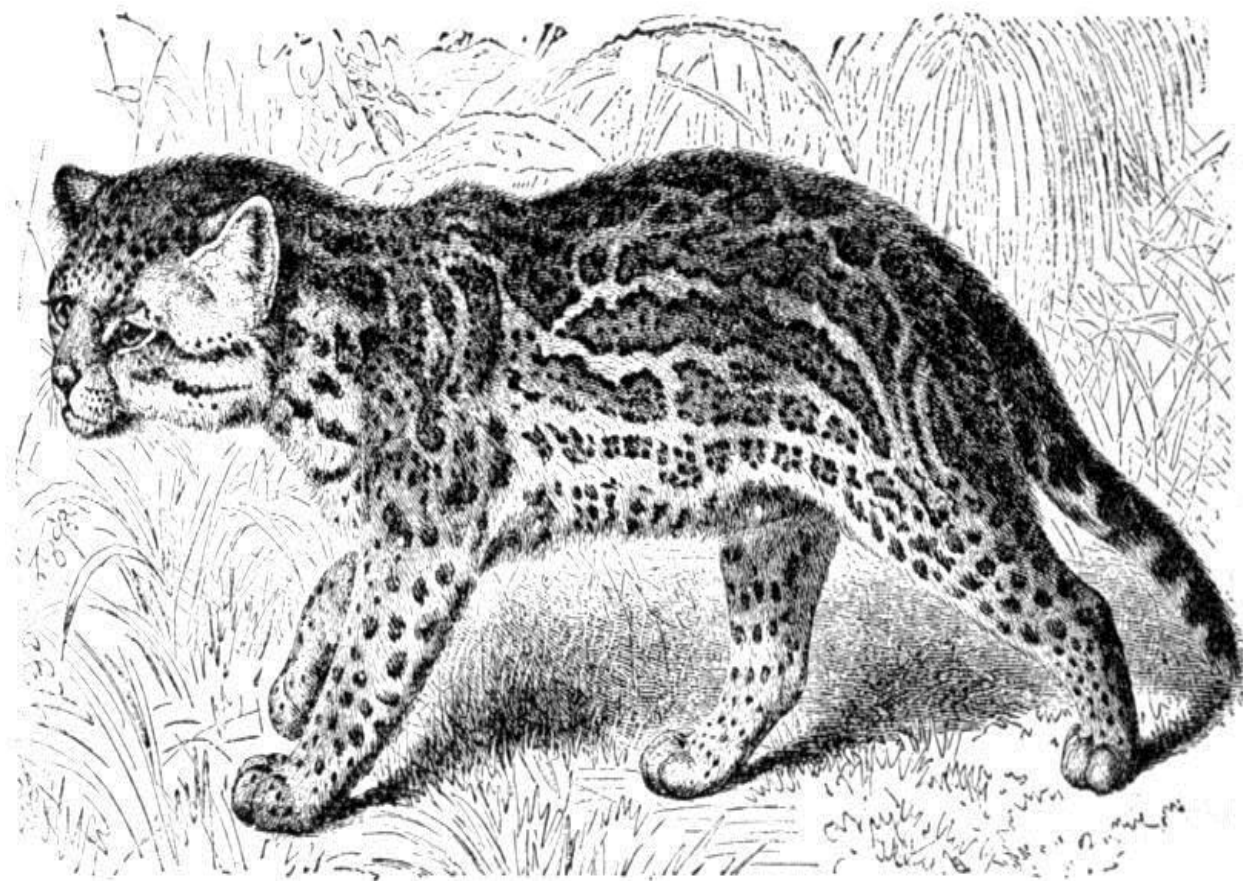


Рис. 334. — Оцелот (*Felis pardalis*) из Техаса и Мексики, $\times 1/9$.

В каком направлении направлено *колено* кошки? *Пятка*? *Локоть*? *Запястье*? Сравните передние и задние *лапы* по длине, прямизне, тяжести, количеству и положению пальцев, остроте *когтей*. Почему *когти собаки* тупее, чем у кошки? Какие различия в повадках сопутствуют этому? Судя по пальцу, который стал бесполезным на передней лапе кошки, какой палец отсутствует на задней лапе? Это большой палец кошки или мизинец, который не касается земли? (Рис. 337.) Найдите на своей руке части, соответствующие подушечкам на передней лапе кошки. Для чего нужны мягкие подушечки на лапах кошки?

У некоторых животных короткая мягкая **шерсть** и длинная грубая шерсть. Есть ли у кошки и то, и другое? Шерсть кошки мягкая или грубая? Цвет шерсти у кожи отличается ли от цвета на кончиках? Почему шерсть лучше подходит для покрытия кошки, чем перья? Чешуя? Где на кошке находятся длинные жесткие щетинки? Их длина предполагает, что они нужны кошке для прохождения через узкие места? Почему кошка должна двигаться бесшумно?

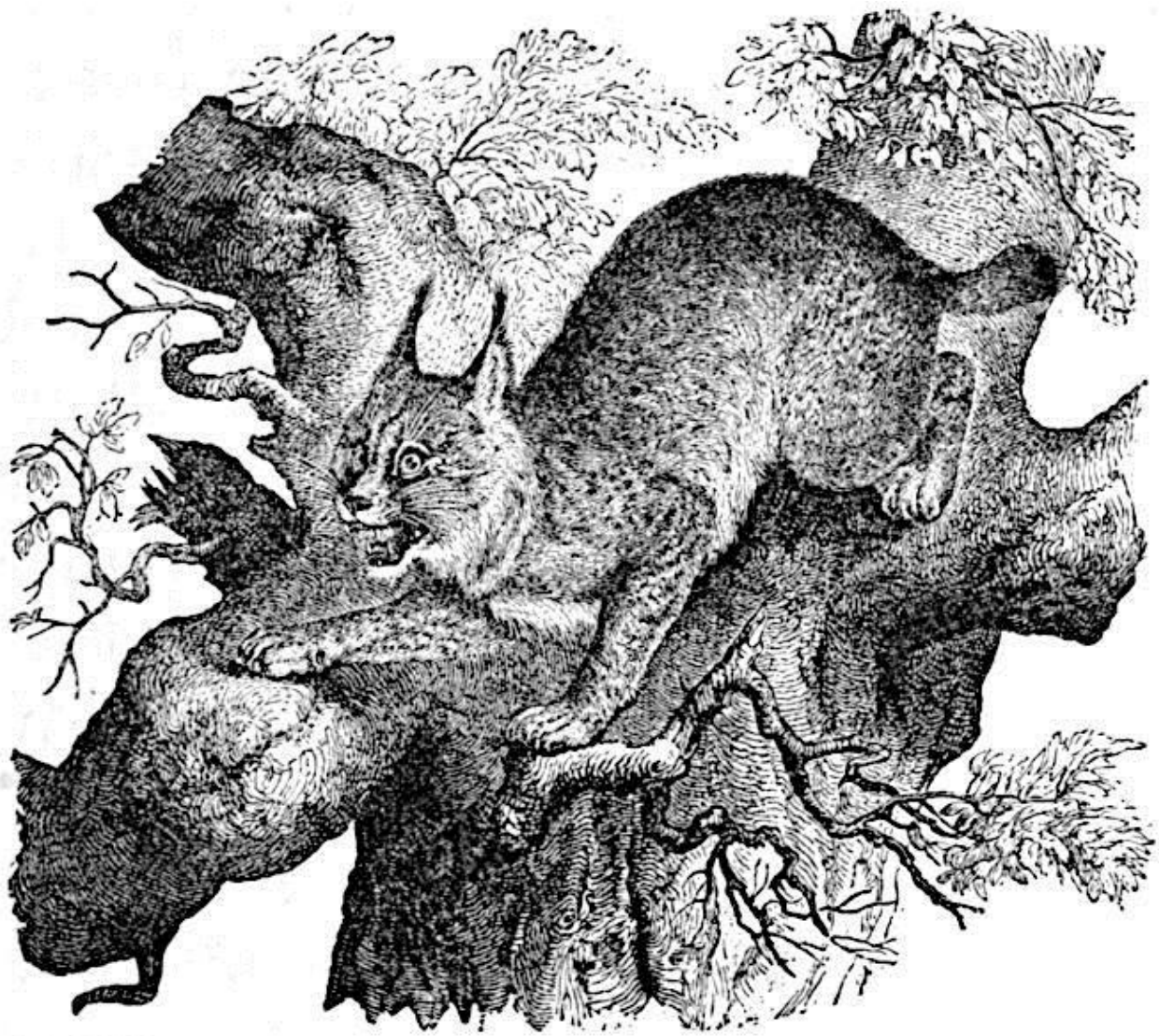


Рис. 335. Рысь (*Lynx rufus*). «Кошка с коротким хвостом» (Северная Америка).

Наблюдайте **за движениями кошки**. Почему кошка не может спускаться с высокого дерева головой вперед? Вы когда-нибудь видели, как кошка ловит птицу? Как кошка подкрадывается к добыче? Назовите прыгающее насекомое с длинными задними ногами; амфибию; несколько млекопитающих ([рис. 362, 374](#)). Кошка когда-нибудь бежит рысью? Галопом? Кошка гонится за добычей? Когда кошка движется, опираясь пятками о землю? Когти кошки втягиваются с помощью сухожилия (см. [рис. 338](#)). Кошка хватается добычу ртом или лапами?

Как кошка издает мурлыканье? (Двигаются ли губы? Бока?) Как кошка пьет? Пьют ли кошка и собака точно так же? Язык кошки шероховатый или гладкий? Как язык используется для снятия мяса с кости? Может ли кошка полностью очистить кость от мяса?

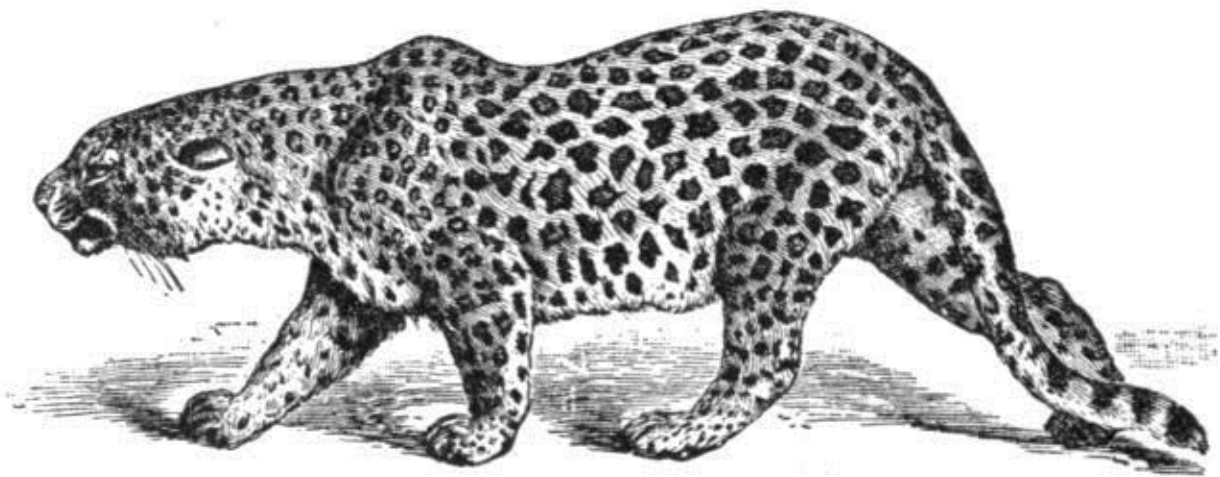


Рис. 336. Ягуар, обитающий в тропической Америке.

В каком состоянии развития находится новорожденный котенок? Чем кошка *кормит* своих *детенышей*? Назовите десять животных разных видов, чьи детеныши питаются аналогичным образом. Как называется этот класс животных? Почему кошка выгибает спину, когда она напугана или злится? Что ест больше разнообразной пищи: *кошка или собака*? Кто отказывается есть найденное мертвое животное? Кто из них зарывает пищу для будущего использования? Кто из них иногда доставляет неприятности, роя ямы в саду? Объясните этот инстинкт. Кто из них вел одиночный образ жизни в дикой природе? Кто из них имел определенное место обитания или дом? Почему собаки более общительны, чем кошки? Собака более преданна своему хозяину. Почему? Кошка более преданна своему дому и вернется, если ее унесут. Почему? Почему собака поворачивается, прежде чем лечь? (Учтите ее первоначальную среду обитания.)

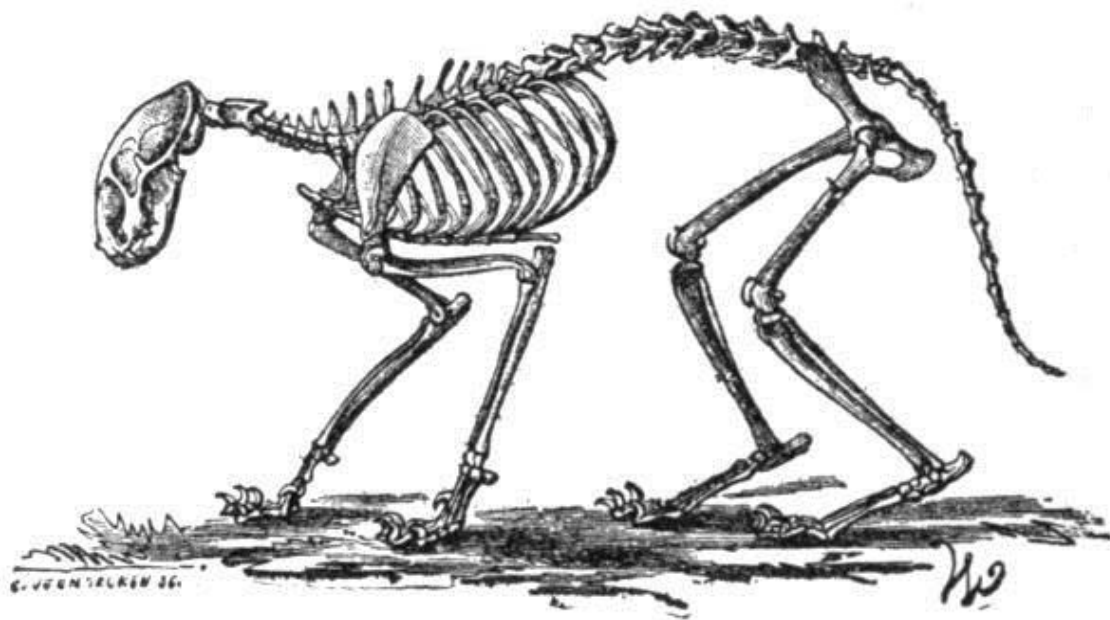


Рис. 337. — Скелет кошки.

Скелет ([рис. 337](#)). — Сравните форму и гибкость *позвочника* кошки с позвоночником рыбы, змеи и птицы.

Череп соединен с позвоночным столбом двумя бугорками (или *мышцелками*), которые входят в гнезда первого позвонка. Сравните челюсти с челюстями птицы и рептилии. В области виска имеется выступающий гребень, к которому прикрепляются мощные жевательные мышцы. Также имеется гребень в задней части головы, к которому прикрепляются мышцы, поддерживающие голову ([рис. 348](#)).

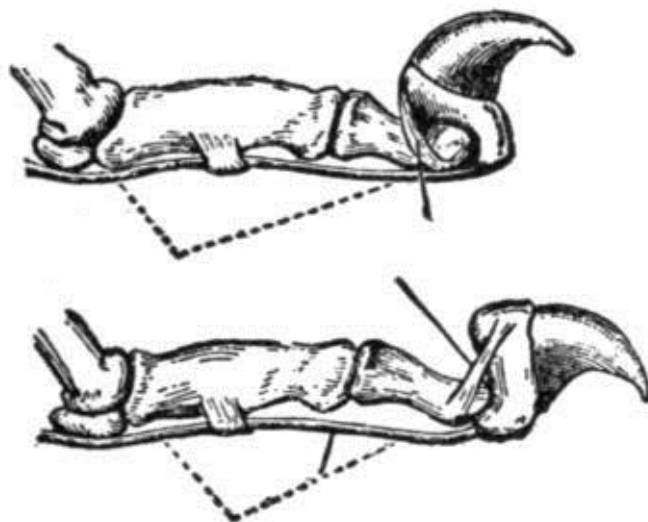


Рис. 338. Коготь кошки (1) втянут связкой, а (2) опущен мышцей, прикрепленной к нижнему сухожилию.

Сосчитайте *ребра*. Их больше или меньше, чем у человека? Грудина состоит из нескольких частей, соединенных, как позвонки, хрящами. Сравните ее с грудиной птицы; в чем разница? Плечевой пояс, с помощью которого передние лапы прикреплены к туловищу, трудно назвать поясом, так как ключицы (*clavicles*) являются рудиментарными. (Они часто остаются незамеченными во время вскрытия, поскольку скрыты мышцами.) Лопатки, другие кости этого пояса, большие, но относительно не такие широкие к спинному краю, как лопатки человека. Ключицы крошечные, потому что они бесполезны. Почему кошке не нужно такое подвижное плечо, как человеку? Тазовый пояс, или поясничный пояс, к которому прикреплены задние ноги, является жестким поясом, завершающимся сверху позвоночным столбом, с которым он неразрывно соединен. Таким образом, мощные задние ноги соединены с самой жесткой частью туловища.

Млекопитающие. Кошка принадлежит к классу млекопитающих (*Mammalia*). Характерными чертами этого класса являются то, что молодняк не вылупляется из яиц, а *рождается живым и питается молоком* (поэтому у него есть губы), а *кожа покрыта шерстью*. Молочные железы расположены на брюшной стороне. Место этого класса в животном мире было показано при классификации коровы ([стр. 9](#)). Забота о детенышах, интеллект и способность выживать в конкуренции с другими животными делают млекопитающих самым высоким классом в животном мире.

Согласно этим тестам, какой класс позвоночных должен *стоять рядом с млекопитающими*? Сравните сердце, легкие, кровь и родительскую преданность этих двух высших классов животных.

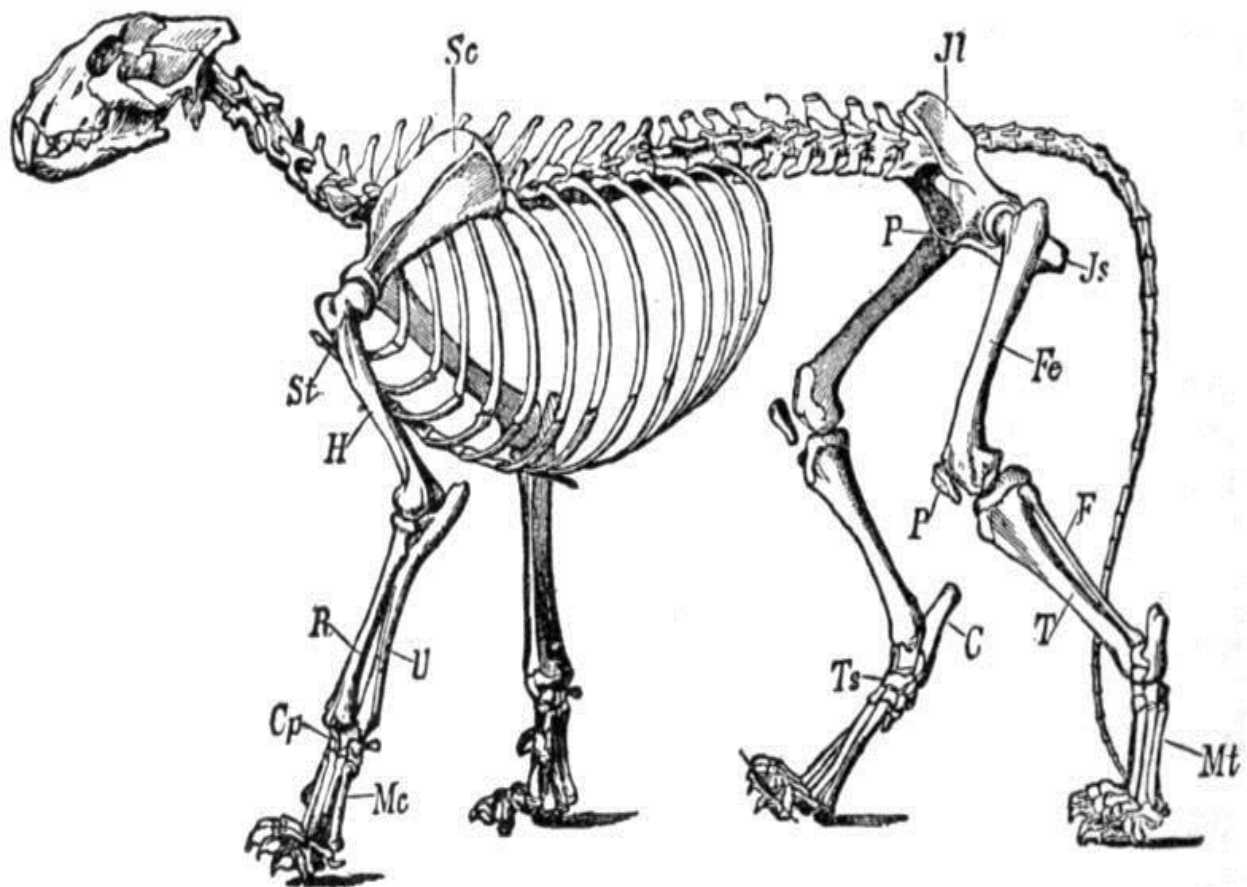


Рис. 339. Скелет льва (семейство кошачьих).

Первые млекопитающие, которые были чем-то похожи на маленьких опоссумов, появились миллионы лет назад, когда мир населяли гигантские рептилии. Эти рептилии занимали воду, сушу и воздух, и их огромная сила и свирепость не позволяли млекопитающим размножаться (поскольку поначалу они были маленькими и слабыми), но млекопитающие носили своих детенышей в сумке, пока те не становились способными самостоятельно заботиться о себе, в то время как рептилии откладывали яйца и оставляли их без присмотра. Первые млекопитающие питались яйцами рептилий, хотя и не могли соперничать с огромными рептилиями. Поскольку птицы и млекопитающие являются лучшими родителями, чем рептилии, они завоевали Землю, а рептилии были вынуждены подчиниться и стали меньше и более робкими.



Рис. 340. Морж (*Trichechus rosmarus*).

Классификация млекопитающих. — Какие два вида из следующих списков наиболее похожи друг на друга: лошадь, корова, олень. Почему? Кошка, корова, медведь. Почему? Обезьяна, человек, овца. Почему? Крыса, обезьяна, белка. Почему? Жираф, леопард, верблюд. Почему? Морж, кошка, корова. Почему? Отметьте пять млекопитающих в следующих списках, которые образуют группу, наиболее похожую друг на друга: Лев, медведь, свинья, собака, белка, кошка, верблюд, тигр, человек. Укажите свои причины. Жираф, леопард, олень, корова, крыса, верблюд, гиена, лошадь, обезьяна. Укажите причины.



Рис. 341. Ласка летом; зимой в Канаде она полностью белая, за исключением кончика хвоста.

Зубы и пальцы являются основой для подразделения класса млекопитающих на отряды. Хотя дыхание, кровообращение, внутренние органы и процессы у всех млекопитающих схожи, внешние органы сильно различаются из-за различий в среде обитания разных видов. Внутренняя структура позволяет нам объединять животных, которые по сути похожи друг на друга; *например*, кит и человек — оба млекопитающие, поскольку они похожи по дыханию, кровообращению и размножению. Внешние органы помогают нам разделить класс на отряды. Зубы различаются в зависимости от пищи, которую едят. Лапы различаются в зависимости от их использования для добывания пищи или спасения от врагов. Это объясняет разницу в длине ног льва и лошади, а также в форме зубов кошки и коровы. Внимательно изучите зубы и конечности, как показано на [рисунках](#) и на всех доступных образцах. Запишите формулы зубов, как указано в верхней части [страницы 194](#). Цифры над линией показывают количество верхних зубов; цифры под линией показывают количество нижних зубов в одной половине челюсти. Они обозначены следующим образом: I — резцы, C — клыки, M — коренные зубы. Умножив на два, получите общее количество. Какие черепа на схеме имеют самые большие клыки? Почему? Самые маленькие или их нет вообще? Почему? Сравните коренные зубы коровы, свиньи и собаки. Объясните их различия. В каких черепах отсутствуют некоторые коренные зубы? Рудиментарные? Почему зубы, которые не соприкасаются, обычно намного меньше, чем те, которые соприкасаются?

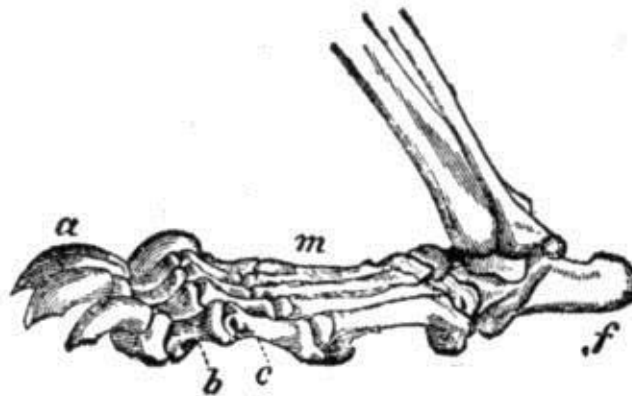


Рис. 342. — Лапа медведя (*плантиград*).

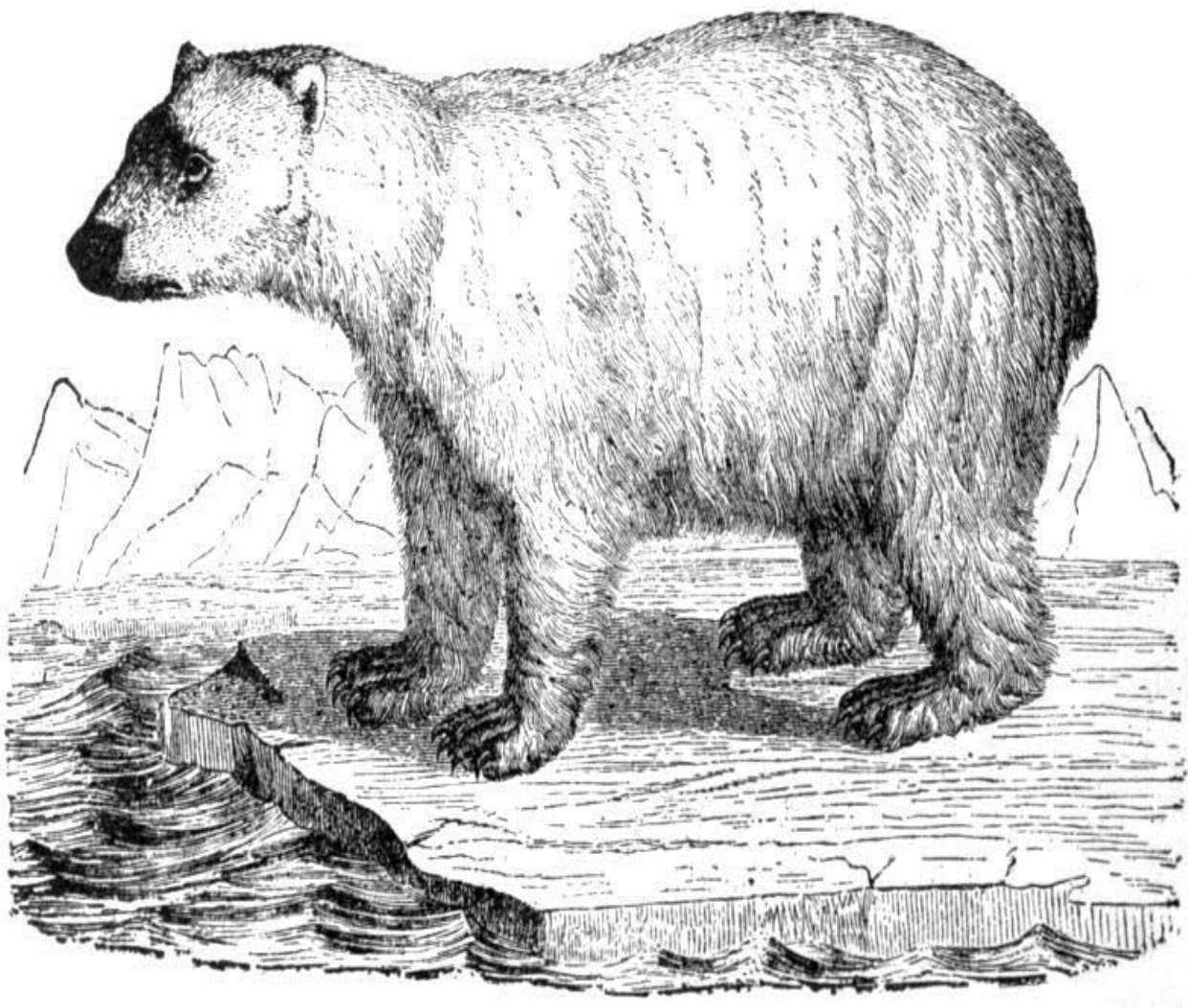


Рис. 343. — Белый медведь (*Ursus maritimus*).

КЛЮЧ ИЛИ ТАБЛИЦА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ (класс *Mammalia*) ПО РЯДАМ

Orders

A₁ Несовершенные млекопитающие

молодые, выплывшиеся или преждевременно
родившиеся

B₁ Челюсти в виде птичьего клюва,
откладывают яйца

Однопроходные

B₂ Челюсти не похожи на клюв, молодняк
вынашивается в сумке

Сумчатые

A₂ **Совершенные млекопитающие** молодняк не выплывается
и не рождается преждевременно

B₁
Пальцы
с

-

C₁

Передняя
часть
обеих

Эдентаты



	зубы	
	присутству	
	ют, не	
	жуют	
	жвачку	
C ₅	Все	Четверорукие
	конечности	
	имеют	
	кисти	
C ₆	Две	Двурукие
	конечности	
	с руками	

Упражнение по классификации. — Скопируйте следующий список и, обращаясь к рисункам, напишите название отряда после каждого млекопитающего:

Обезьяна ([рис. 405, 406](#))
 Кролик ([рис. 345](#))
 Собака ([рис. 356, 408](#))
 Свинья ([рис. 357, 393](#))
 Летучая мышь ([рис. 347, 370](#))
 Кошка ([рис. 337, 348](#))
 Броненосец ([рис. 349, 365](#))
 Корова ([рис. 344, 386](#))
 Морж ([рис. 340](#))
 Обезьяна ([рис. 352, 401](#))
 Лошадь ([рис. 355, 395](#))
 Муравьед ([рис. 354, 364](#))
 Антилопа ([рис. 391](#))
 Крот ([рис. 367, 368](#))
 Бобр ([рис. 372, 373](#))
 Утконос ([рис. 359](#))
 Тапир ([рис. 384](#))
 Дельфин ([рис. 379, 397](#))

При выполнении этого упражнения используйте [таблицу черепов](#) и [рис. 381, 382, 395-400](#).

Таблица черепов млекопитающих (иллюстрированное исследование)

Зубная формула человека (M

	5
	5
, C	
	1
	1
,	
I	
	2
	2
)	
	2

= 32.

Аналогичным образом заполните формулы ниже:

	Корова	$(M - C - I - \text{---})^2 = 32$
Кролик		$(M - C - I - \text{---})^2 = 28$
Морж		$(M - C - I - \text{---})^2 = 34$
Летучая мышь		$(M - C - I - \text{---})^2 = 34$
Кошка		$(M - C - I - \text{---})^2 = 30$
Броненосец		$(M - C - I - \text{---})^2 = 28$
Лошадь		$(M - C - I - \text{---})^2 = 40$
Кит		$(M - C - I - \text{---})^2 = 0$
Американская обезьяна		$(M - C - I - \text{---})^2 = 36$
Ленивец		$(M - C - I - \text{---})^2 = 18$
Муравьед		$(M - C - I - \text{---})^2 = 0$
Собака		$(M - C - I - \text{---})^2 = 42$
Свинья		$(M - C - I - \text{---})^2 = 44$
Овца		$(M - C - I - \text{---})^2 = 32$

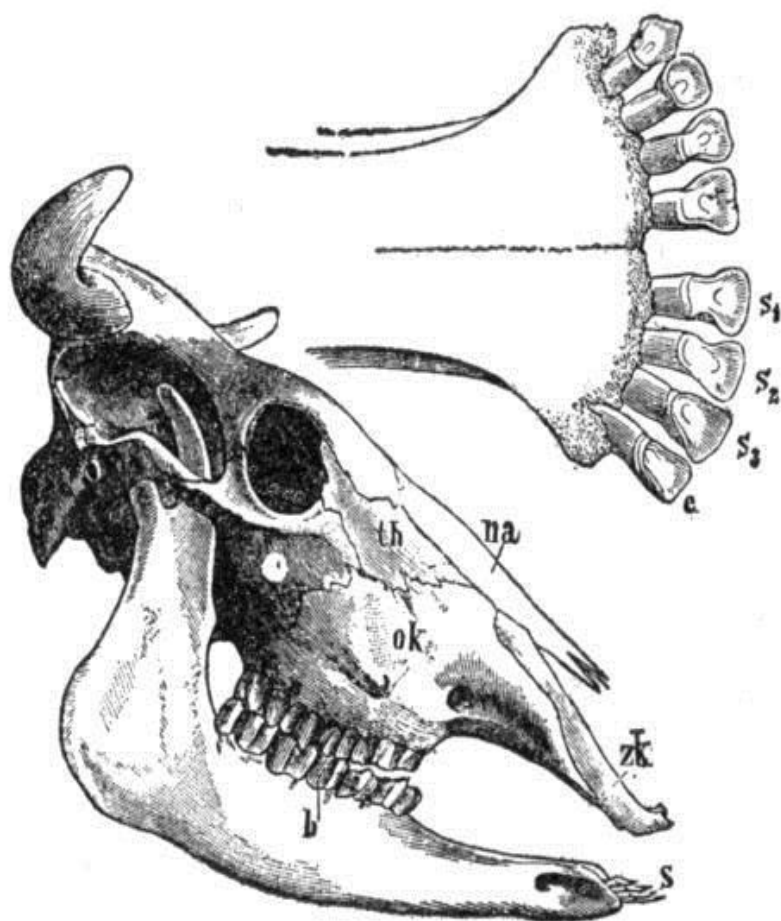


Рис. 344. Череп и передняя часть нижней челюсти КОРОВЫ.

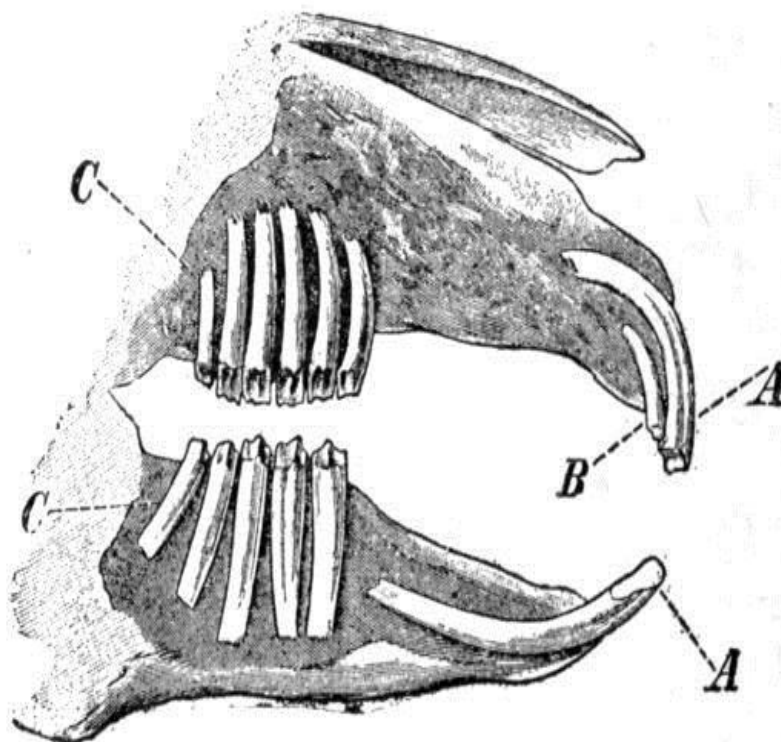


Рис. 345. — Кролик.

A, B — резцы; *C* — коренные зубы.

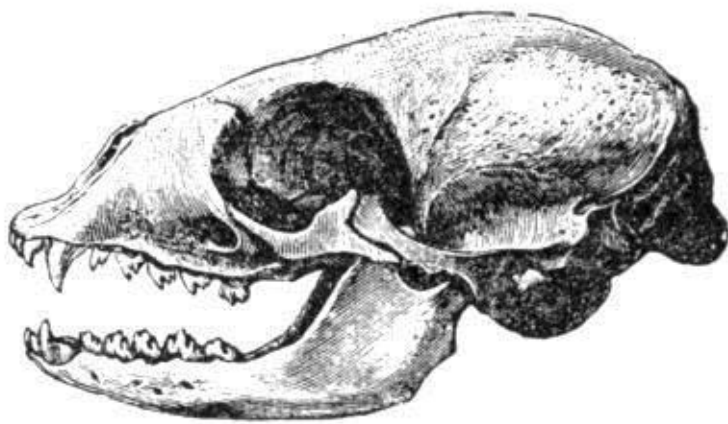


Рис. 346. Морж (см. [рис. 341](#)).

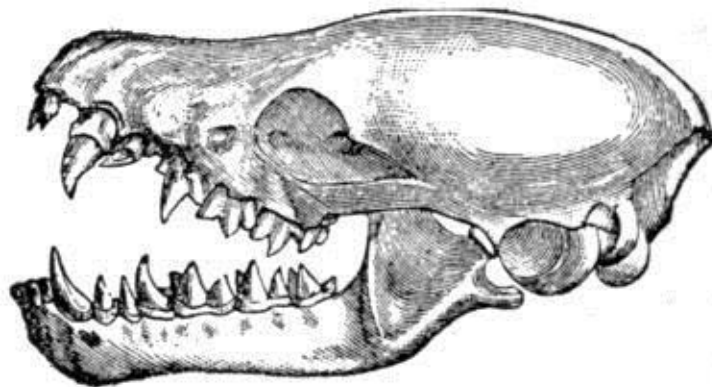


Рис. 347. — Летучая мышь.

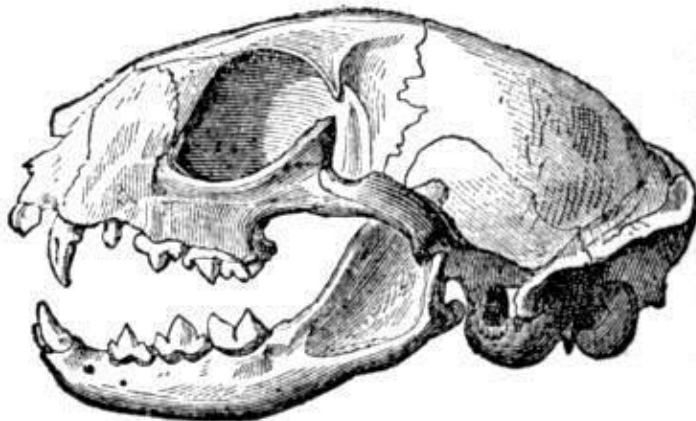


Рис. 348. — Кошка.



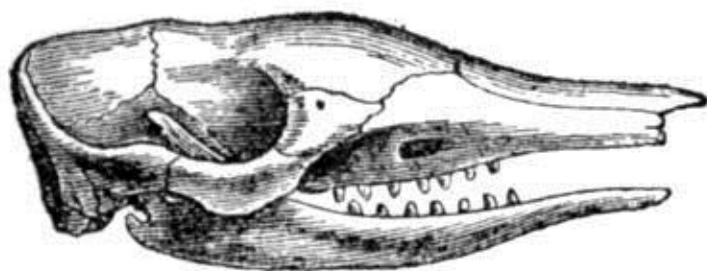


Рис. 349. Броненосный ящерица.

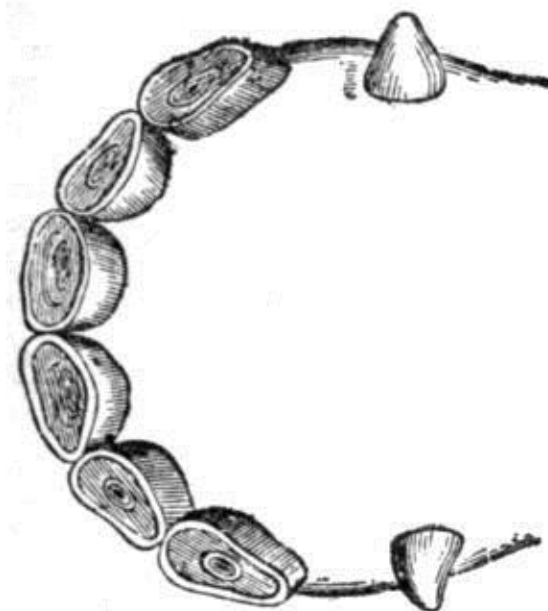


Рис. 350. — Лошадь (передняя часть челюсти).

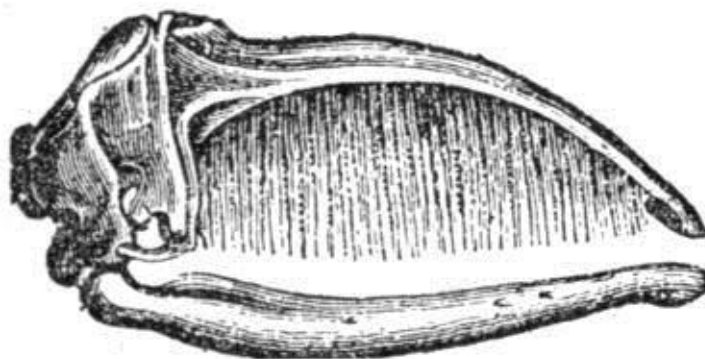


Рис. 351. Гренландский кит.

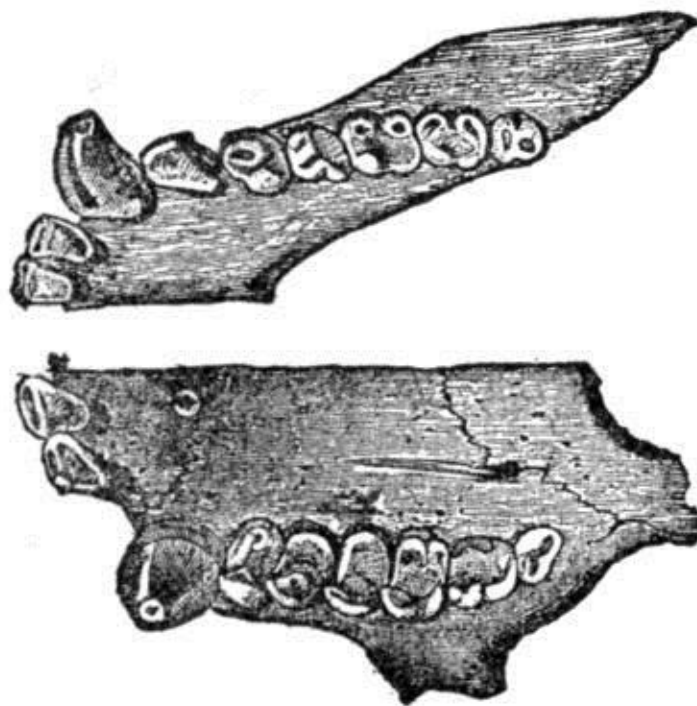


Рис. 352. — АМЕРИКАНСКАЯ ОБЕЗЬЯНА.

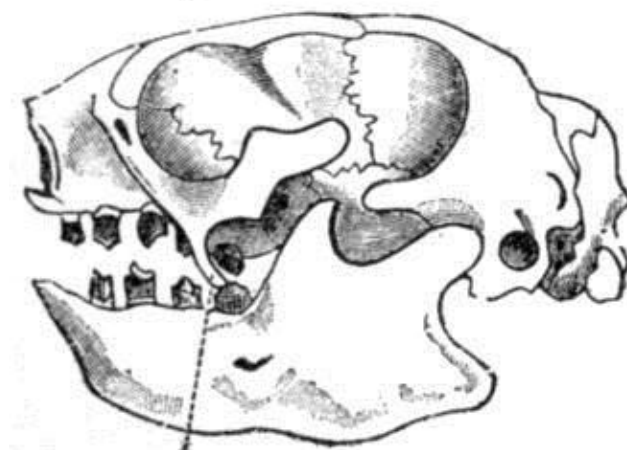


Рис. 353. Ленивец ([рис. 363](#)).



Рис. 354. Муравьед ([рис. 364](#)).

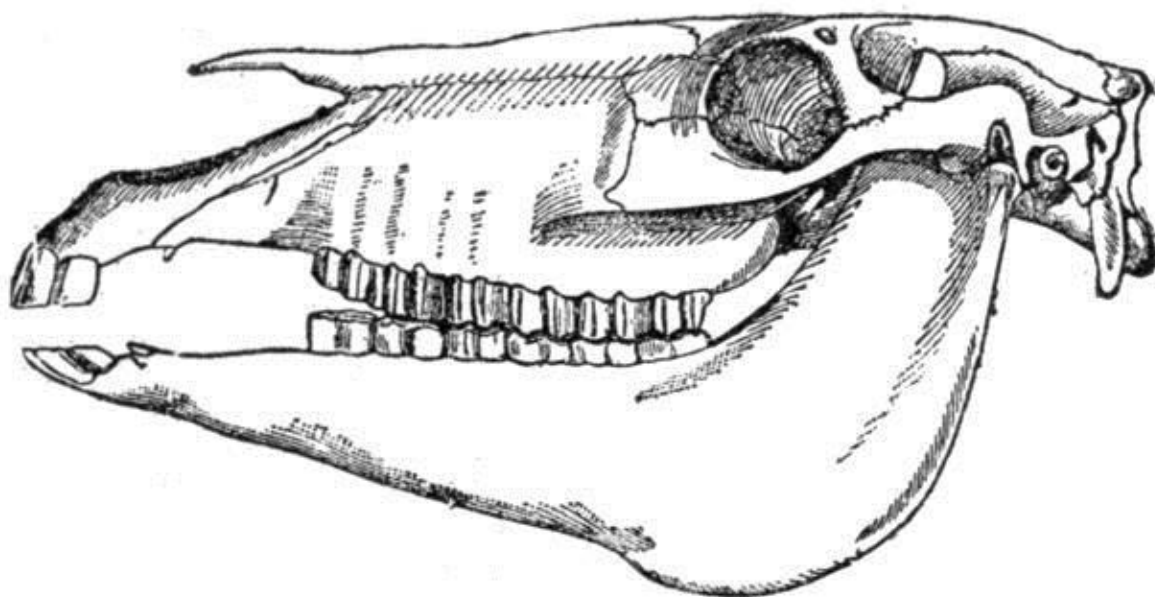


Рис. 355. — Лошадь.

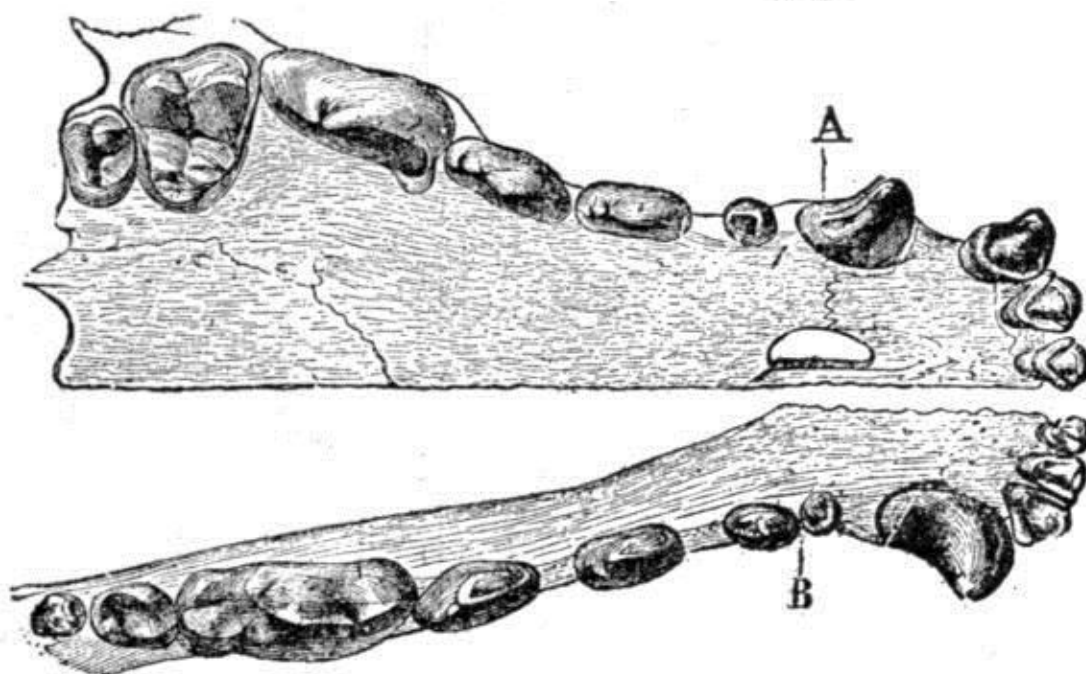


Рис. 356. — СОБАКА. Верхняя (А) и нижняя (В) челюсти.

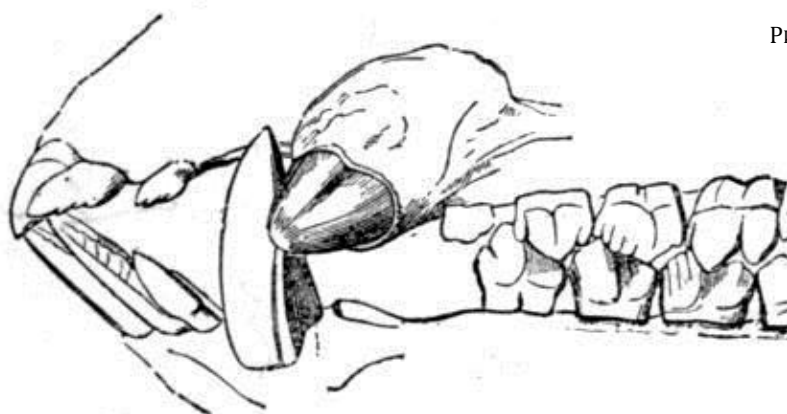


Рис. 357. — Свинья.

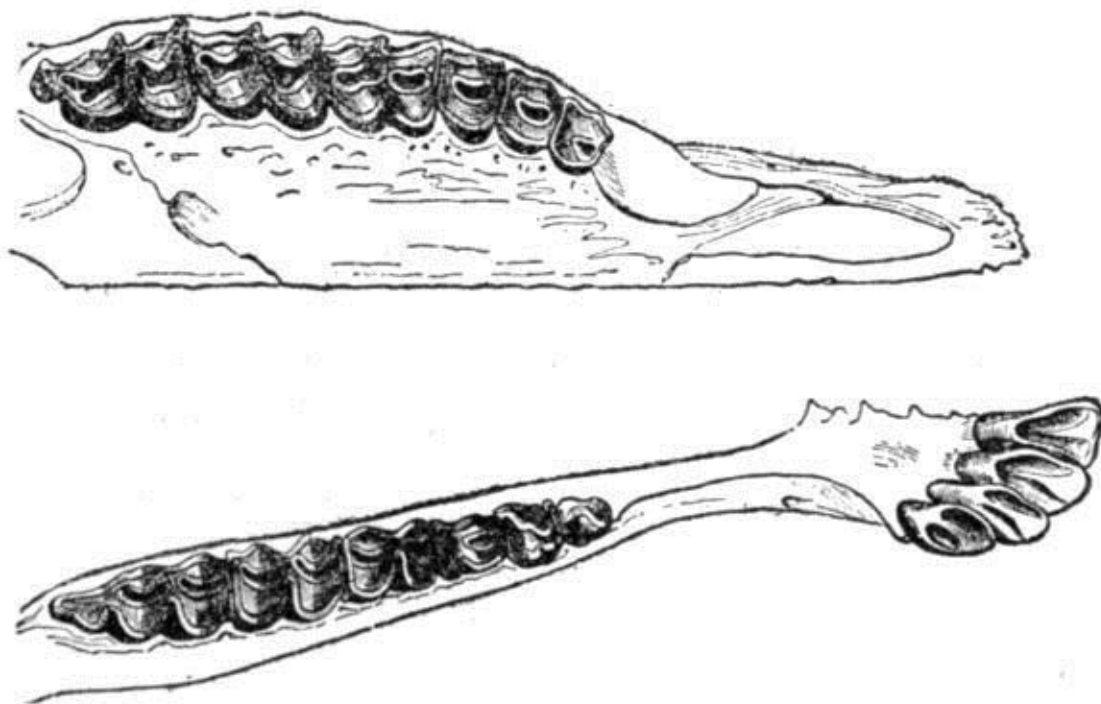


Рис. 358. — Овца.

К низшему отряду млекопитающих относятся только два вида: утконос и еж-муравьед, оба обитающие в Австралии. Как вы думаете, утконос Тасмании ([рис. 359](#)) живет в основном в воде или на суше? Почему? Он, вероятно, активен или медлительный в движениях? Он копается в грязи и иле в поисках червей, мидий и т. д. Как он приспособлен для этого? Какие лапы у него имеют заметные перепонки? Насколько далеко простираются перепонки? Перепонки можно сложить, когда они не используются. Он откладывает два яйца в гнездо из травы в конце норы. Найдите сходства и различия между этим животным и птицами.



Рис. 359. — Утконос (*Ornithorhynchus paradoxus*).

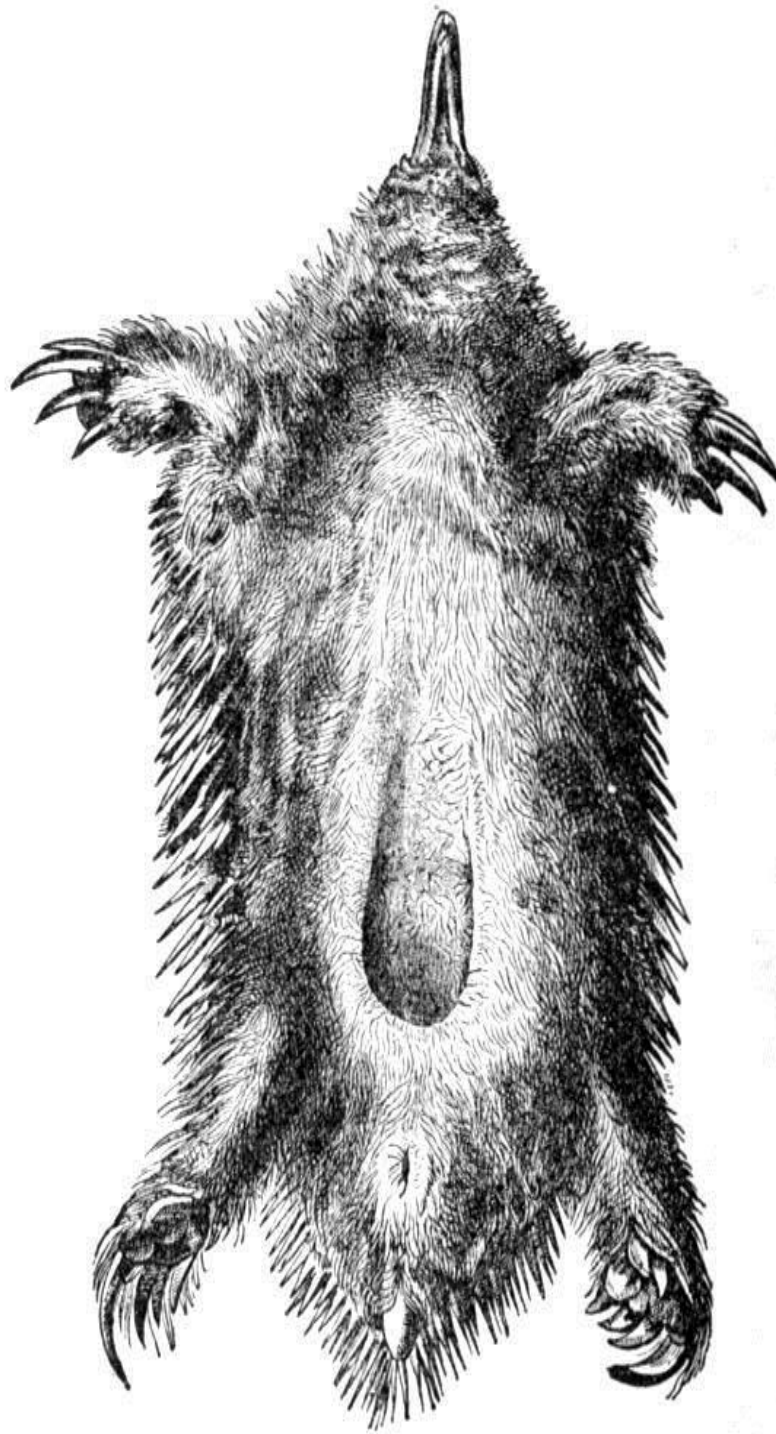


Рис. 360. — Колючий муравьед (*Echidna aculeata*). Вид снизу, чтобы показать сумку. (По Хаакке.)

Еж-муравьед имеет многочисленные игольчатые шипы ([рис. 360](#)), перемежающиеся с волосами. (Использование?) Опишите его когти. У него длинный хватательный язык. При нападении он сворачивается в комок. Сравните его челюсти с клювом птицы. Он откладывает одно яйцо, которое носит в складке кожи () до вылупления. Поскольку у него есть сумка, его можно отнести к сумчатым млекопитающим (следующий отряд), но он откладывает яйца. Предположим, что два животных этого отряда не кормят своих детенышей молоком после вылупления, на что они будут больше похожи: на млекопитающих, птиц или рептилий?

Напишите название этого *отряда*. ____ (См. [таблицу](#), стр. 193.) Почему вы расположили их в таком порядке (____)? (См. [стр. 193.](#)) Название отряда происходит от двух греческих слов,

означающих «одно отверстие», потому что протоки мочевого пузыря и яичных желез соединяются с толстым кишечником и образуют клоаку. Какие еще классы позвоночных имеют сходство в этом отношении?

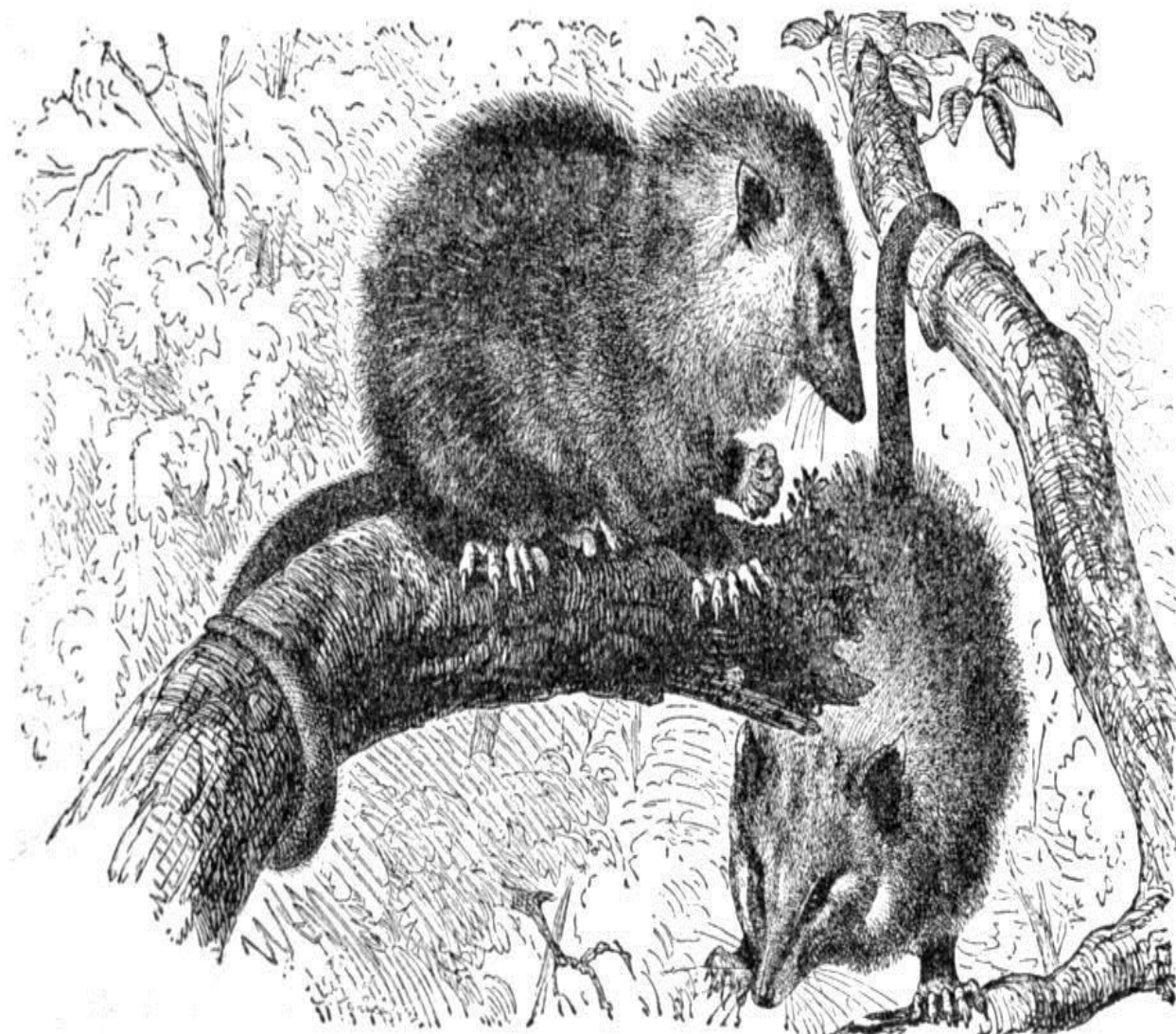


Рис. 361. Опоссум (*Didelphys Virginianus*).

Сумчатые млекопитающие. Эти животные, как и предыдущие, многочисленны в австралийском регионе, но также встречаются в Южной Америке, что указывает на то, что когда-то эти два региона были соединены мостом суши. *Опоссум* — единственный вид, проникший в Северную Америку ([рис. 361](#)). Его челюсти тонкие или короткие? Какое родство это предполагает? Как видно по его улыбке, его губы не очень развиты. Означает ли это, что это низкоразвитое или хорошо развитое млекопитающее? Где у него большой палец? ([Рис. 361.](#)) Есть ли у большого пальца ноготь? Хвост волосатый или голый? Почему? Как вы думаете, он предпочитает землю или деревья? Назовите две причины своего ответа. Он прячется в пещере, берегу или дупле дерева весь день, а ночью ищет пищу. Может ли он быстро бегать по земле? Когда его ловят, он притворяется мертвым и выжидает возможности для тайного побега.

Кенгуру ([рис. 362](#)), как и опоссум, рождает неполностью развитых детенышей. (Какое родство с какими классами это указывает?) После рождения детеныши (длиной около трех четвертей дюйма) носятся в брюшном мешке и вскармливаются в течение семи или восьми месяцев. Они начинают тянуться вниз и грызть траву, прежде чем покинуть мешок.

Сравните передние и задние лапы, переднюю и заднюю половину тела. Опишите хвост. Для чего он используется, когда кенгуру отдыхает? При прыжках он полезен для движения и поддержания равновесия тела? Опишите задние и передние лапы. *Порядок ____.* *Почему? ____.* См. [ключ](#), стр. 193.

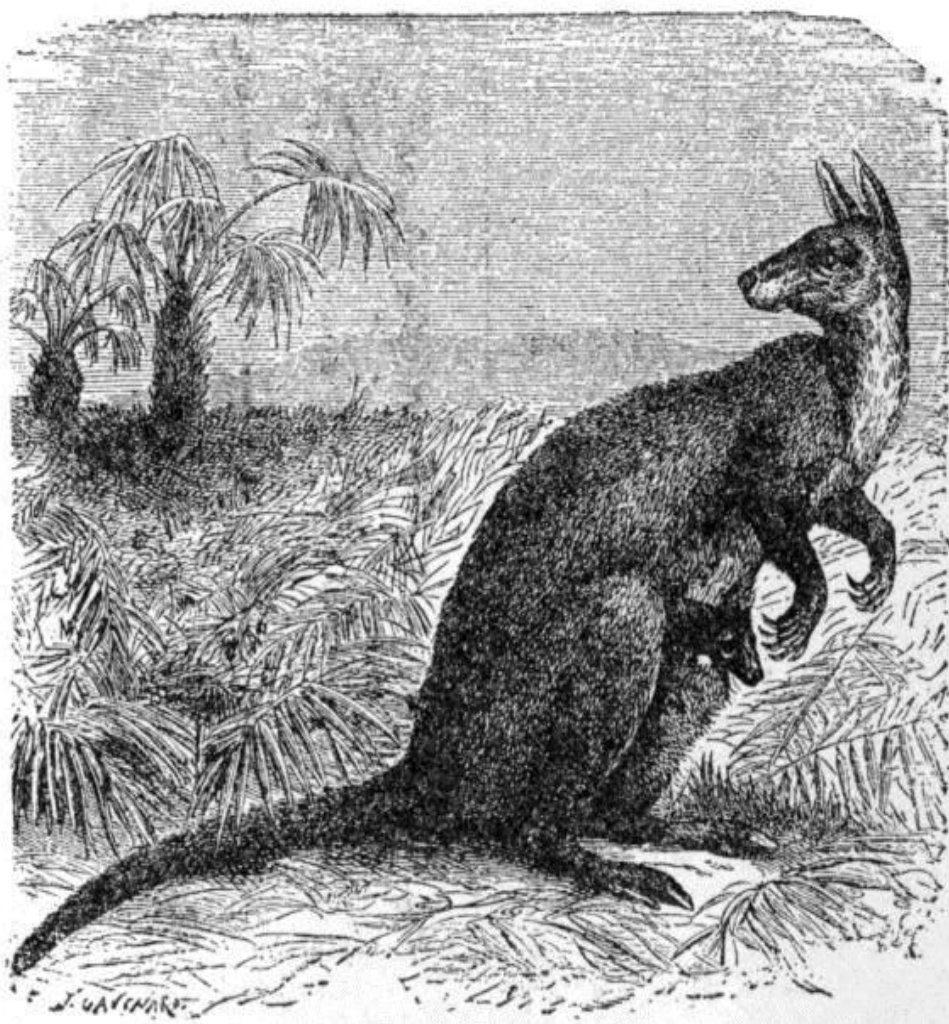


Рис. 362. — Гигантский кенгуру.

Несовершенные зубатые млекопитающие. Эти животные обитают главным образом в Южной Америке (ленивец, броненосец, гигантский муравьед) и Африке (панголин). Ленивец ([рис. 363](#)) питается листьями. Его движения удивительно медленные, а растительный покров, напоминающий мох, часто придает его шерсти зеленый цвет. (В чем преимущество?) Сколько пальцев у него? Как его когти приспособлены к его образу жизни? Экономит ли он силы, вися на ветвях деревьев, вместо того чтобы ходить по ним?

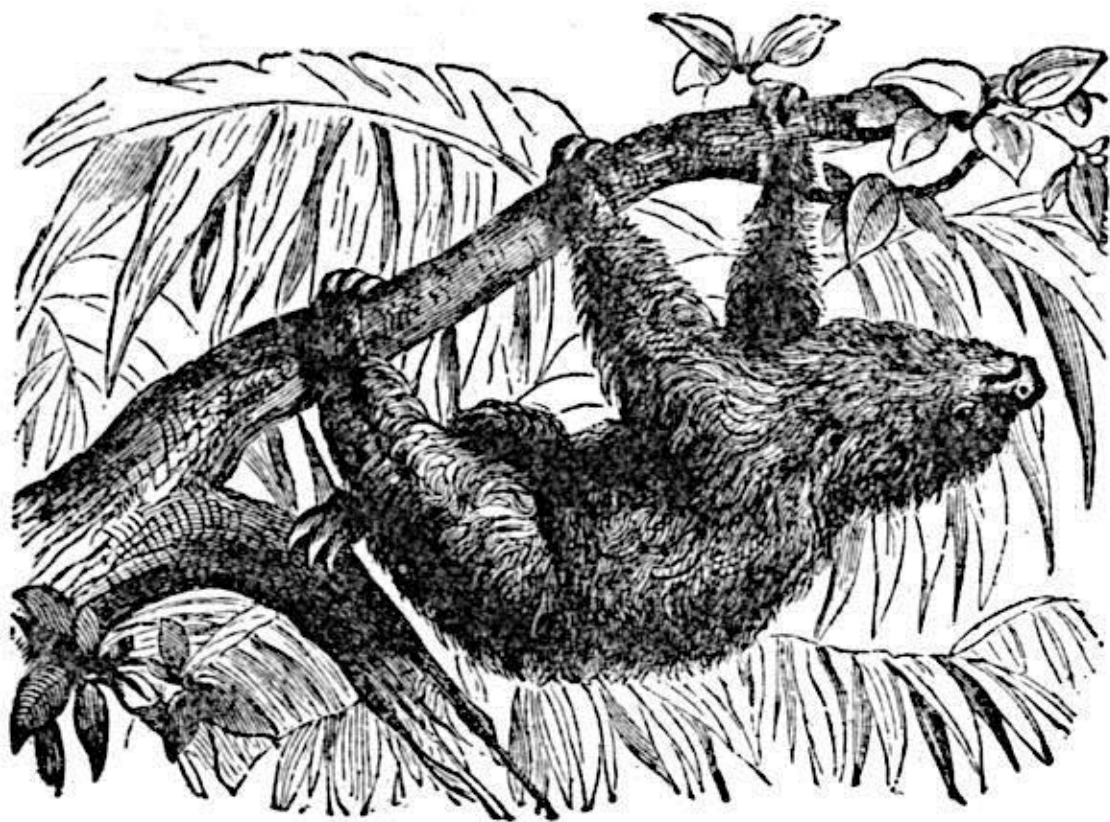


Рис. 363. Ленивец Южной Америки.



Рис. 364. — Гигантский муравьед Южной Америки. (См. [рис. 354](#).) Найдите доказательства того, что беззубые являются выродившимся отрядом. Опишите другого муравьеда ([рис. 360](#)).

Судя по рисункам ([363](#), [364](#), [365](#)), члены этого отряда более приспособлены к нападению, активному сопротивлению, пассивному сопротивлению или скрытию при борьбе с другими животными? Когти муравьеда ([рис. 364](#)) на передних лапах, кажется, мешают ходьбе; для чего они нужны? Почему его челюсти такие тонкие? Для чего, вероятно, нужен огромный пушистый хвост? Деятиполосый броненосец ([рис. 365](#)) обитает в Мексике и Техасе. Он всеяден. Чтобы спастись от врагов, он с удивительной быстротой зарывается в землю. Если ему не удастся убежать, когда его преследуют, он поджимает свой твердый, крепкий хвост и голову, чтобы защитить нижнюю часть тела, где нет чешуек. Трехполосный вид ([рис. 366](#)) обитает в Аргентине. Сравните уши и хвост двух видов; объясните причины различий. Почему глаза такие маленькие? А когти такие большие? *Закажите ____.* Почему? ____.

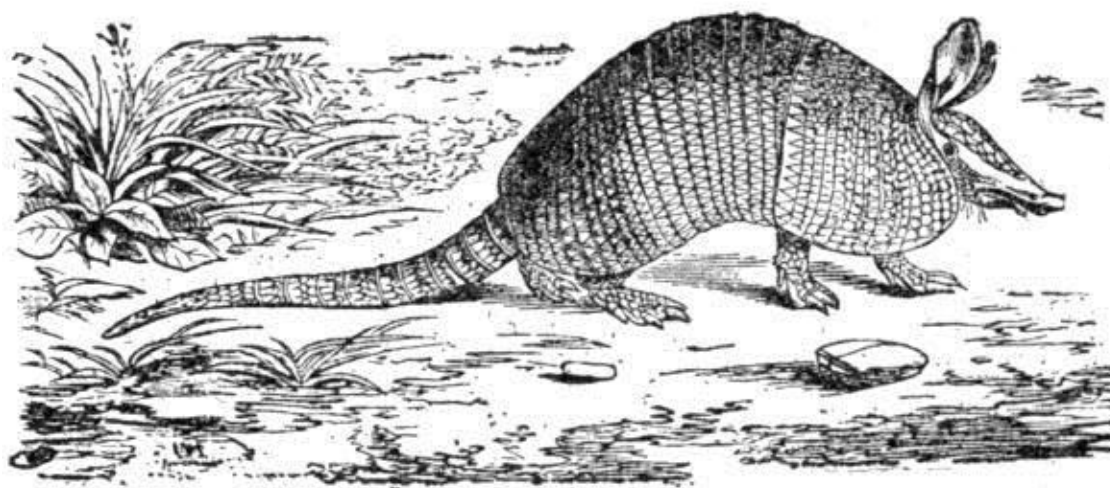


Рис. 365. Девятиполосый броненосец Техаса и Мексики (*Dasypus novemcinctus*). Его численность растёт; он очень полезен, так как выкапывает и уничтожает насекомых (см. [рис. 349](#)).

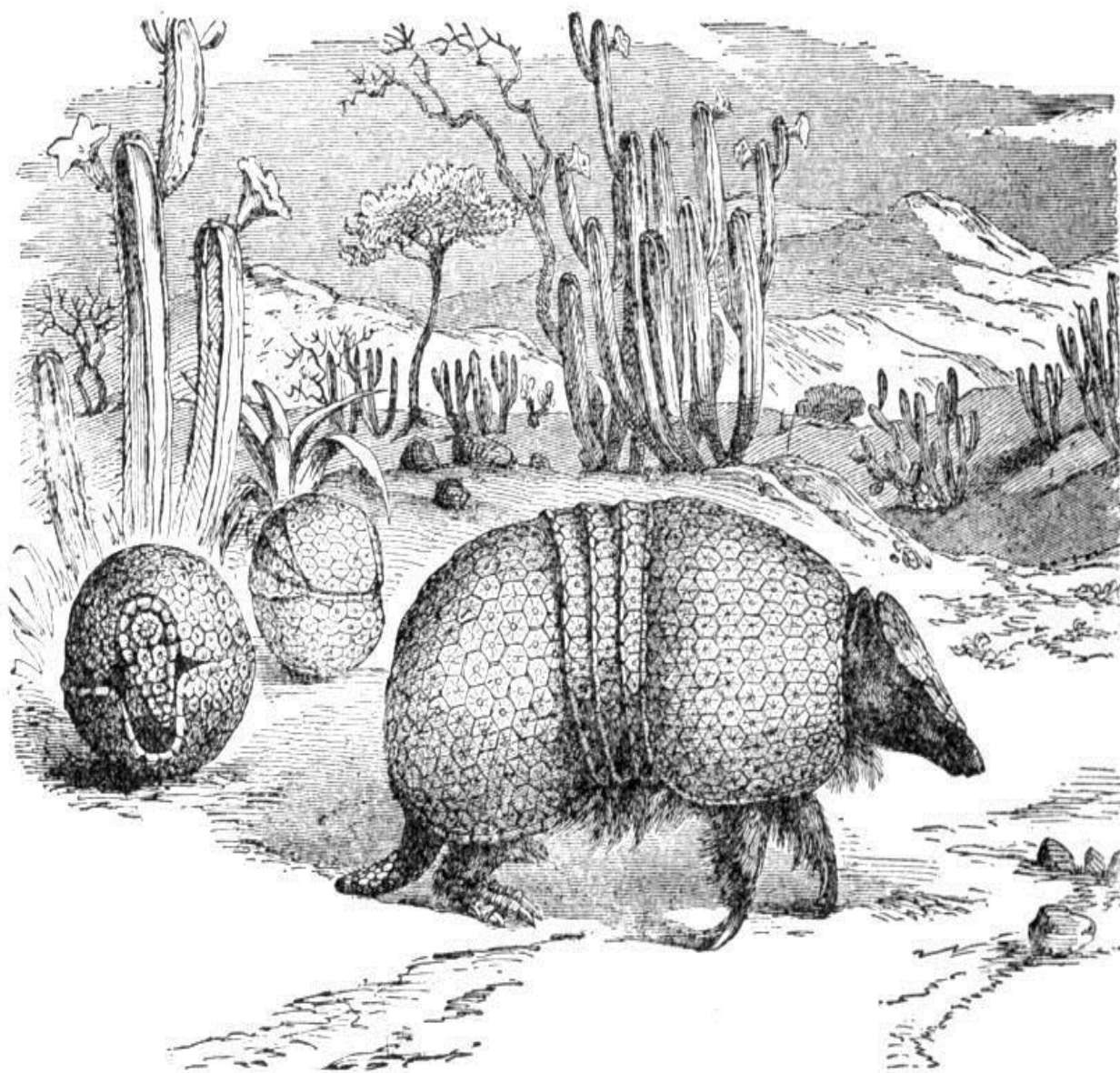


Рис. 366. — Трехполосный броненосец (*Tolypeutes tricinctus*).

Насекомоядные. Мягкая внутренняя часть и твердая оболочка насекомых делают ненужными для животных, которые на них охотятся, плоские зубы для измельчения их в порошок или длинные бугры для разрывания их на куски. Зубы насекомоядных, даже коренные ([рис. 368](#)), имеют много острых бугорков или острий для удержания насекомых, прокалывания твердой внешней оболочки и измельчения ее на кусочки. Поскольку большинство насекомых роют землю или летают в воздухе, нас не удивляет, что некоторые насекомоядные млекопитающие (летучие мыши) летают, а другие (кроты) роют норы. Являются ли представители этого отряда друзьями или конкурентами человека?

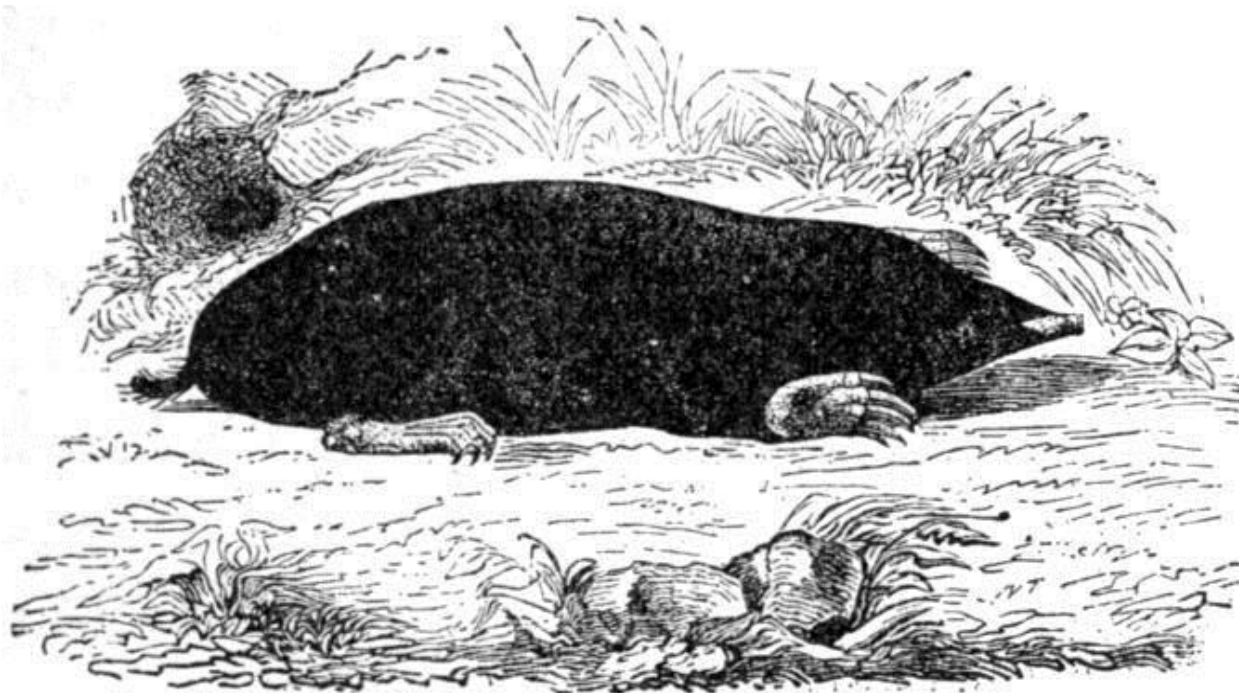


Рис. 367. Крот.

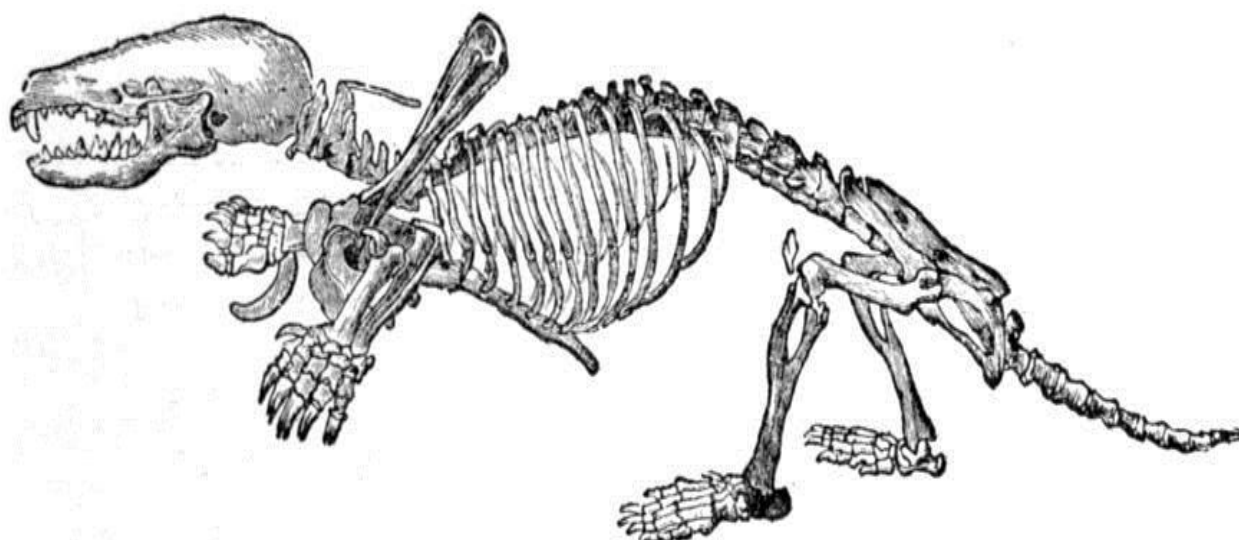


Рис. 368. — СКЕЛЕТ КРОТА. (Лопатка повернута вверх.)

Почему у *крота* очень маленькие глаза? Маленькие уши? Сравните форму тела крота и крысы. В чем разница? Почему? Сравните передние и задние лапы крота. Почему задние лапы такие маленькие и слабые? Учítывая, что тело должно быть приспособлено для рытья

и использования узких туннелей, изучите скелет ([рис. 368](#)) с точки зрения следующего: кости руки (длина и форма), пальцы, когти, плечевые кости, грудина (почему с гребнем, как у птицы?), позвонки (почему первые два такие большие?), череп (форма). Глазниц нет, но есть хрящ морды; длинная, чувствительная морда должна служить вместо маленьких и почти бесполезных глаз, скрытых глубоко в шерсти. Шерсть гладкая или грубая? Почему? Густая или редкая? Она служит для поддержания чистоты крота. Мышцы шеи, груди и плеч очень сильные. Почему? Крот питается как дождевыми червями, так и насекомыми. Он повреждает растения, ломая и высушивая их корни. Эксперименты показывают, что западный крот ест влажное зерно, хотя предпочитает насекомых. Если крот пойман, повторите эксперимент, тщательно записывая, какую пищу вы кладете в пределах его досягаемости.

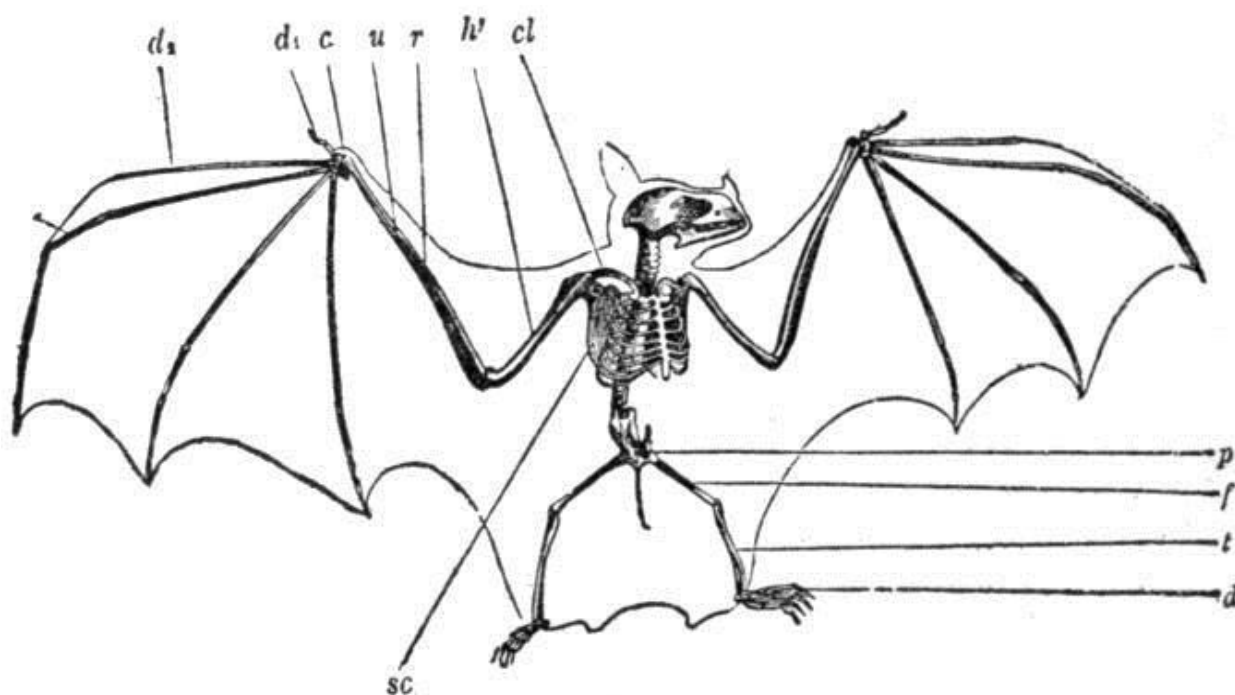


Рис. 369. СКЕЛЕТ ЛЕТУЧЕЙ МЫШИ.

Как и у крота, скелетные адаптации *летучей мыши* наиболее заметны в кисти. Сколько пальцев? ([Рис. 369.](#)) Сколько ногтей на кисти? Используются ли ногти в состоянии покоя? При ползании? ([Рис. 369.](#)) Вместо перьев, органы полета состоят из пары удлинённых складок кожи, поддерживаемых удлинёнными костями, которые образуют каркас, похожий на ребра зонта или веера. Сколько пальцев удлинённых? Распространяется ли складка кожи на задние ноги ()? На хвост? Какие кости более удлинённые — пальцы или кости ладони, образующие скелет крыла?



Рис. 370. — Вампир (*Phyllostoma spectrum*) Южной Америки. $\times \frac{1}{6}$.

Кожа крыла богата кровеносными сосудами и нервами и, благодаря своей чувствительности к малейшему воздушному потоку, помогает летучей мыши ориентироваться в самой густой темноте. Как вы думаете, у летучей мыши острое зрение? Острый слух?

Кроты не *впадают в спячку*, а летучие мыши — *впадают*. Назовите причину этого различия. Если летучих мышей вывести из трансоподобного состояния зимой, они могут умереть от голода. Почему? Мать-летучая мышь носит с собой детенышей, поскольку, в отличие от птиц, у нее нет гнезда. Как питаются детеныши? *Закажите* _____. Почему? _____. ([Ключ](#), стр. 193.)

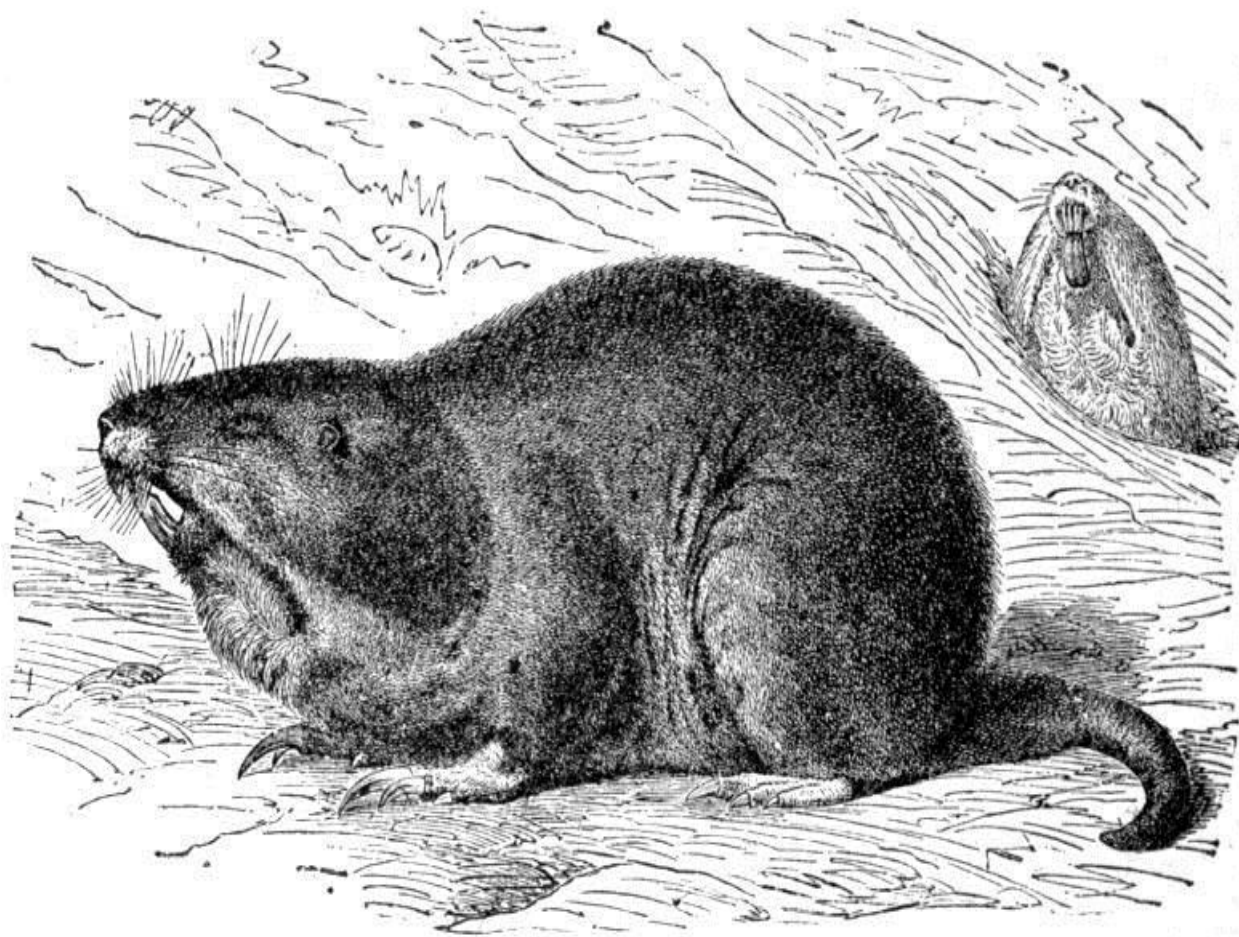


Рис. 371. — Суслик-мешочник (*Geomys bursarius*) $\times \frac{1}{4}$, крупная полевая крыса, роющая норы, с мешками на щеках для переноски зерна.



Рис. 372. — Задняя лапа а, пер



Рис. 373. Бобр.

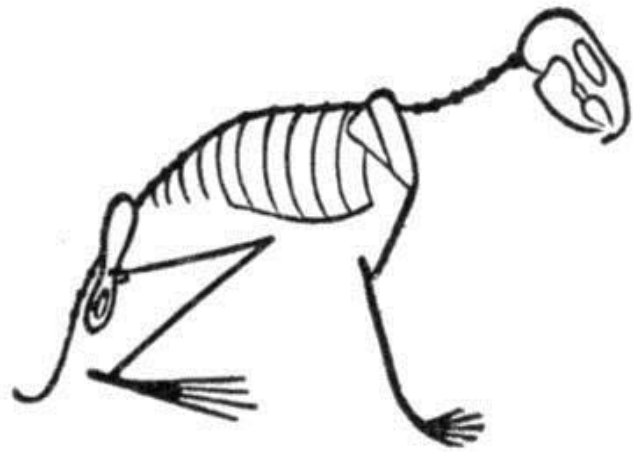


Рис. 374. — Положение конечностей у кролика.

Грызуны — эти животные составляют самый многочисленный отряд млекопитающих. У них *нет* клыков. Вывод? У всех видов, кроме кроликов, которые имеют шесть резцов (см. [рис. 345](#)), резцов всего четыре (). Их легко узнать по *большим резцам*. Эти зубы растут на протяжении всей жизни, и если они не изнашиваются постоянно от грызения твердой пищи, то становятся неудобно длинными, могут мешать закрывать рот и приводить к голоданию. Твердая эмаль находится на передней поверхности, а дентин на задней — более мягкий; поэтому резцы затачиваются при использовании до состояния долота. Моляры расположены близко друг к другу, а их верхние поверхности находятся на одном уровне. Гребни на них идут поперек, образуя непрерывную поверхность, похожую на напильник, для , что позволяет измельчать пищу еще мельче после того, как она была отгрызена ([рис. 345](#)). Нижняя челюсть вставляется в пазы вместо гнезд. Это позволяет челюсти двигаться вперед и назад, а не в стороны. Кролики и некоторые белки имеют заячью губу, т. е. верхняя губа раздвоенная. Какое преимущество это дает при еде? В Англии виды, которые роют норы, называются кроликами, а те, которые этого не делают, — зайцами.

Назовите шесть врагов кроликов. Почему кролик обычно сидит неподвижно, если к нему не подойти очень близко? Вы обычно видите его, прежде чем он убежит? Кролик имеет от трех до пяти пометов по три-шесть детенышей в год. Белки имеют меньше пометов, и они меньше по размеру. Почему кролик должен размножаться быстрее, чем белка, чтобы выжить? Английские кролики размножились в Австралии до такой степени, что стали настоящим бедствием. Разведению овец мешает потеря травы. Австралийцы теперь отправляют их в Англию в холодильных камерах для использования в пищу. Кролики и большинство грызунов ведут осторожную, робкую и бдительную жизнь. Исключением является дикобраз, который из-за защиты своими колючими иглами является тупым и вялым.

Распространенные грызуны:

белки
кролики
крысы
мыши
бобры
ондатры
дикообразы
морские свинки
суслики
прерийный пес
прерийная белка
бурундук
сурок
полевая мышь

Какие из вышеперечисленных грызунов имеют коммерческое значение? Какие наносят значительный ущерб? Какие имеют длинные хвосты? Почему? Короткие хвосты? Почему? Длинные уши? Почему? Короткие уши? Почему? Какие из них водные? Какие роют норы? Какие в основном ведут ночной образ жизни? Какие древесные? Какие защищены окраской? Какие спасаются бегством? Поиском укрытий?

Экономическое значение. Кролики и белки уничтожают яйца и птенцов птиц. Полезны ли кролики? Уничтожают ли они полезную пищу? Использование шкур бобров и ондатр в качестве меха, вероятно, вскоре приведет к их исчезновению. Ежегодно используются миллионы кроличьих шкур, из шерсти которых изготавливают фетровые шляпы. Миллионы беличьих шкур также используются в меховой промышленности. Из шерсти хвоста изготавливают высококачественные кисти для рисования. Шкуры обыкновенных крыс используются для изготовления больших пальцев кожаных перчаток. *Порядок ____.* *Почему? ____.*

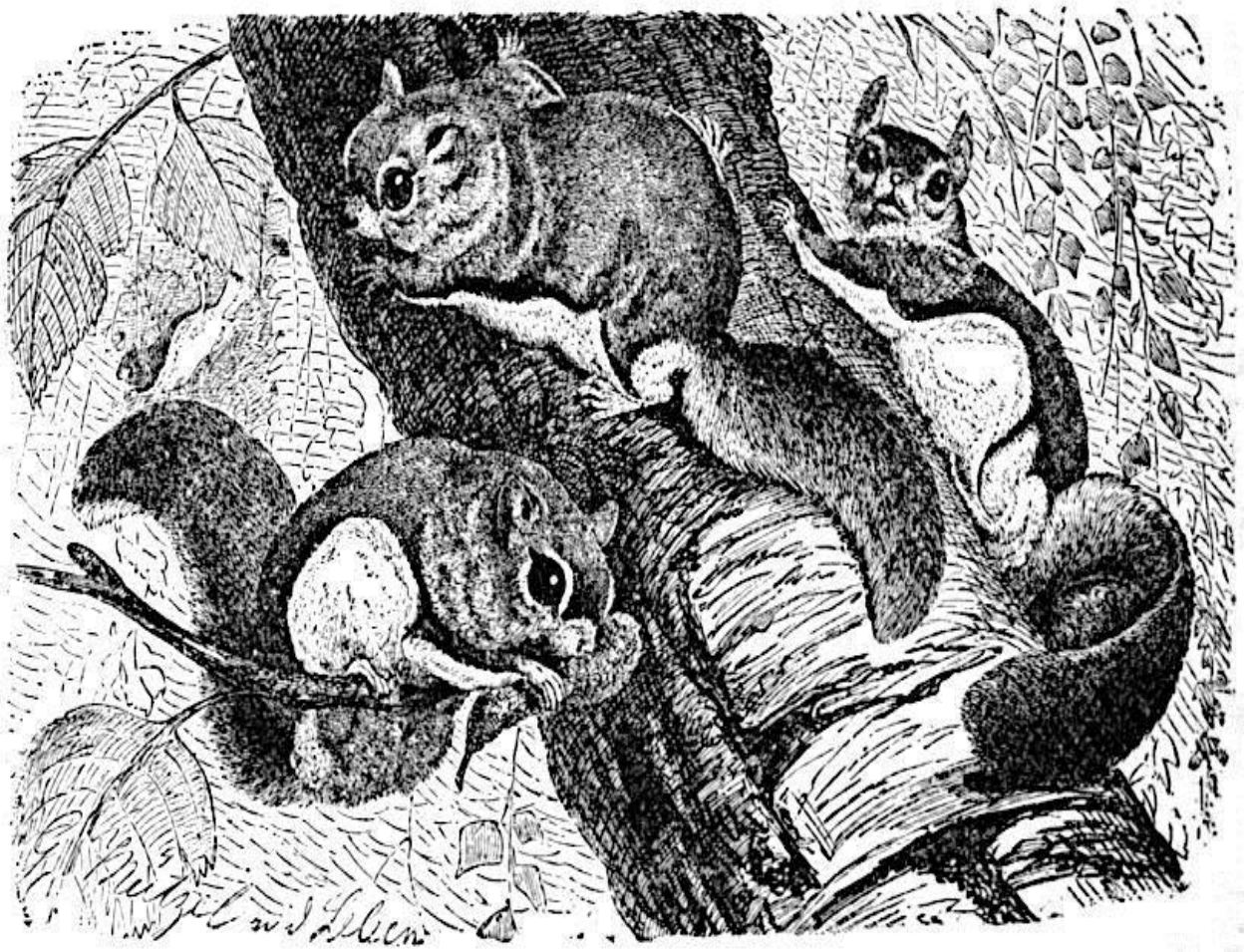


Рис. 375. — Летучая белка (*Pteromys volucella*). $\times \frac{1}{4}$.

Слоны. — Как ни странно, слоны имеют несколько примечательных сходств с грызунами. Как и у грызунов, у слонов нет клыков; у них мало коренных зубов, которые имеют поперечные гребни, а резцы хорошо развиты ([рис. 376, 377](#)). Однако вместо четырех резцов у них только два — огромные бивни, так как в нижней челюсти резцы отсутствуют. Слоны и грызуны питаются растительной пищей. Оба вида имеют миролюбивый нрав, но один отряд обрел безопасность и способность выживать, достигнув огромных размеров и силы; другой (*например*, крысы, белки) обрел безопасность благодаря небольшим размерам. Объясните.

Предположим, вы впервые наблюдаете слона, не зная ничего о его привычках. Как бы вы узнали, что он не ест мясо? Что он питается растительной пищей? Что он может защищаться? Почему вы ошибочно подумали бы, что он очень неуклюж и глуп? Почему его кожа голая? Толстая? Почему его ноги должны быть такими прямыми? Почему у него должна быть либо очень длинная шея, либо ее замена? ([Рис. 376.](#)) Глаза у него большие или маленькие? Уши? Головная полость? Какая анатомическая особенность коррелирует с длинным хоботком? Является ли хоботок новым органом, которого нет у других животных, или это специализация одного или нескольких старых органов? Причины? Какие чувства особенно активны в хоботке? Как он используется при питье? При захвате? Какие доказательства того, что это развитие носа? Верхней губы?

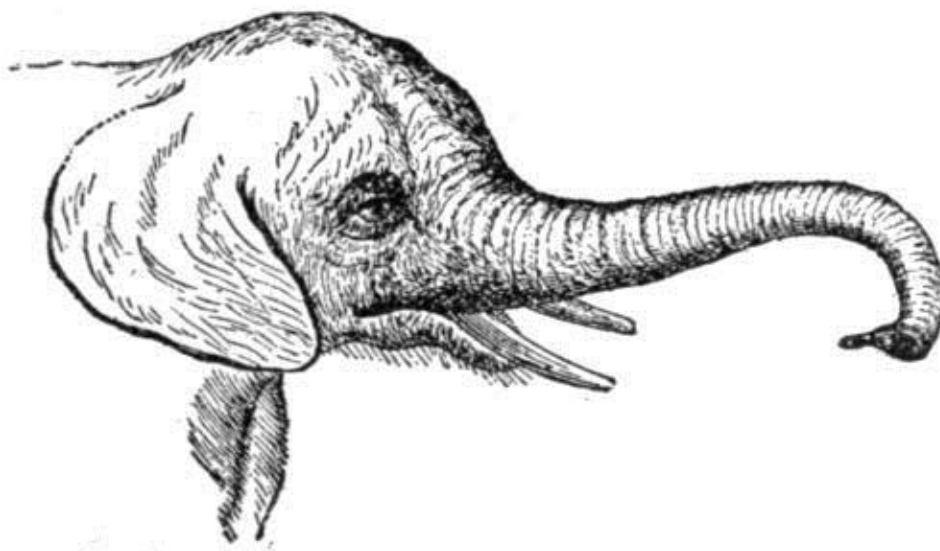


Рис. 376. Голова африканского слона.

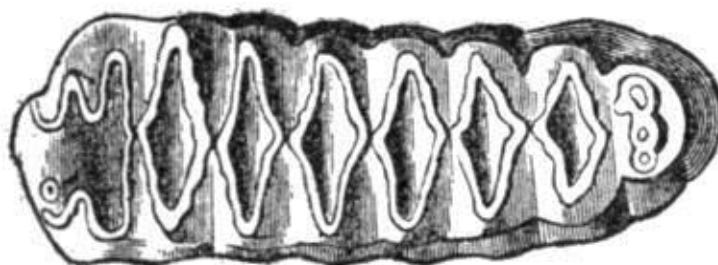


Рис. 377. — Молярный зуб африканского слона.

Клыки используются для выкорчевывания деревьев, чтобы добыть листву, и для выкапывания мягких корней в пищу. Может ли слон пастись? Почему да или почему нет? На конце хобота есть пальцеобразный выступ, который полезен для тонких манипуляций. На лапах есть подушечки, предотвращающие сотрясения; когти короткие и едва касаются земли. *Порядок* _____. *Почему?* _____. [Ключ](#), страница 193.

Китовые, морские свиньи, дельфины. — Поскольку иногда допускается абсурдная ошибка, путающая *китов* с рыбами, ученик может сравнить их по следующим признакам: яйца, питание молодняка, плавники, кожа, глаза, размер, дыхание, температура, скелет ([рис. 209](#), [379](#) и [397](#)).

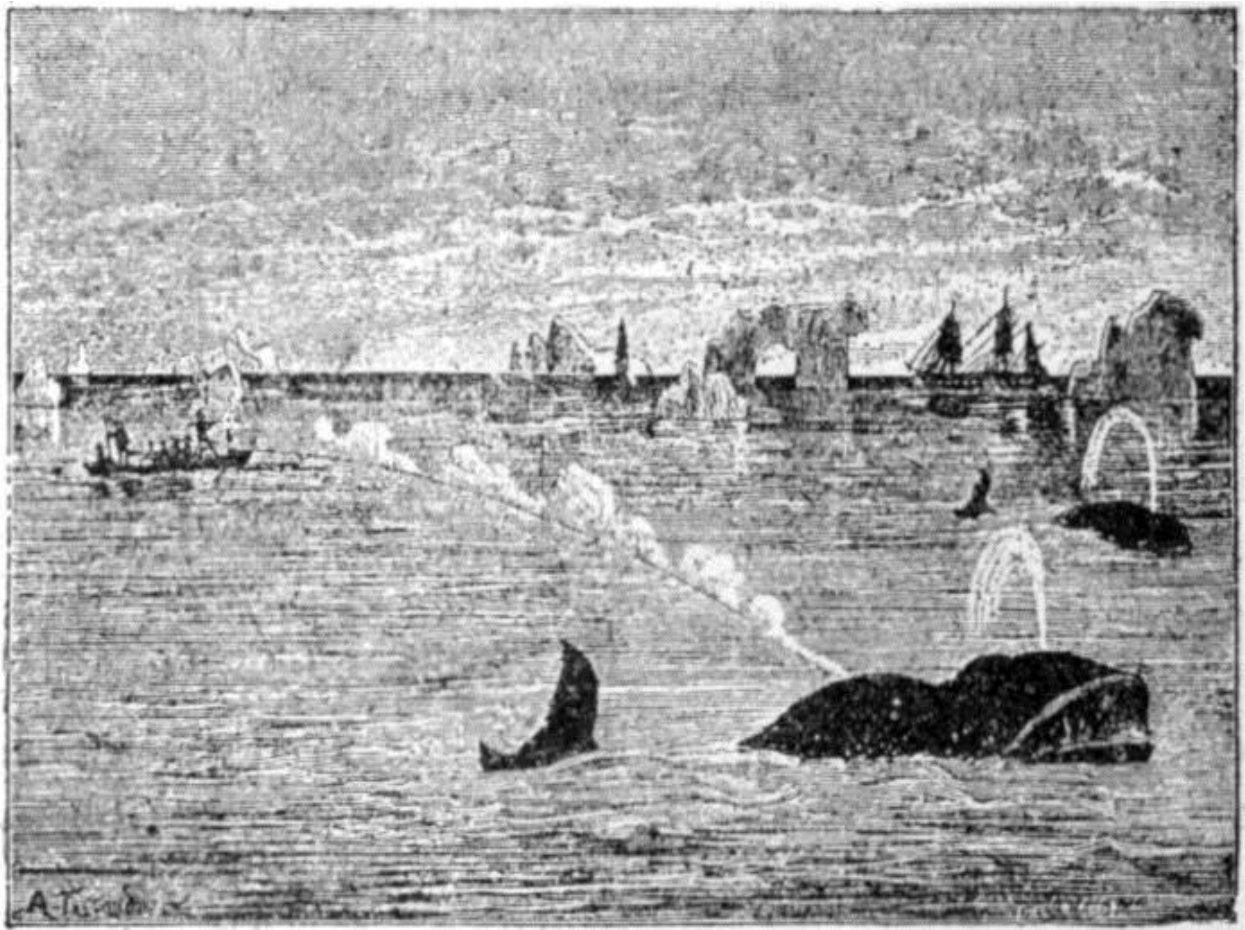


Рис. 378. — Харпунирование Гренландского кита (см. [рис. 351](#)).

Морские свиньи и дельфины, которые являются более мелкими видами китов, живут у берега и питаются рыбой. Объясните выражение «дышать, как морская свинья». Их длина не превышает пяти-восьми футов, в то время как глубоководные киты достигают в длину от тридцати до семидесяти пяти футов, будучи самыми крупными животными в мире. Размер слона ограничен весом, который поддерживают и перемещают его кости и мышцы. Размер кита не имеет таких ограничений.

Кит рождает одного детеныша (редко двойню) за раз. Мать тщательно ухаживает за детенышем в течение длительного времени. *Жир*, или толстый слой жира под кожей, служит для сохранения тепла и поддержания температуры тела на уровне, обычном для млекопитающих, несмотря на холодную воду. Он также служит, наряду с *огромными легкими*, для придания телу легкости. Почему киту нужны большие легкие? *Хвост кита* расположен горизонтально, а не вертикально, чтобы он мог быстро подниматься вверх из глубины, когда ему нужно дышать. *Зубы* некоторых китов не прорезают десну, а поглощаются и заменяются роговыми пластинами «китового уса», которые действуют как фильтры. Приведите доказательства, основываясь на плавниках, легких и других органах, что кит происходит от наземного млекопитающего ([рис. 397](#)). Сравните кита с типичным наземным млекопитающим, например собакой, и перечислите особенности кита, позволяющие ему жить в воде. Какие изменения произошли в общей форме тела? Считается, что из-за нехватки пищи наземные предки кита сотни тысяч лет назад перешли на питание рыбой и т. п. и, постепенно становясь пловцами и ныряльщиками, утратили способность передвигаться по суше. Порядок _____. Почему? _____.

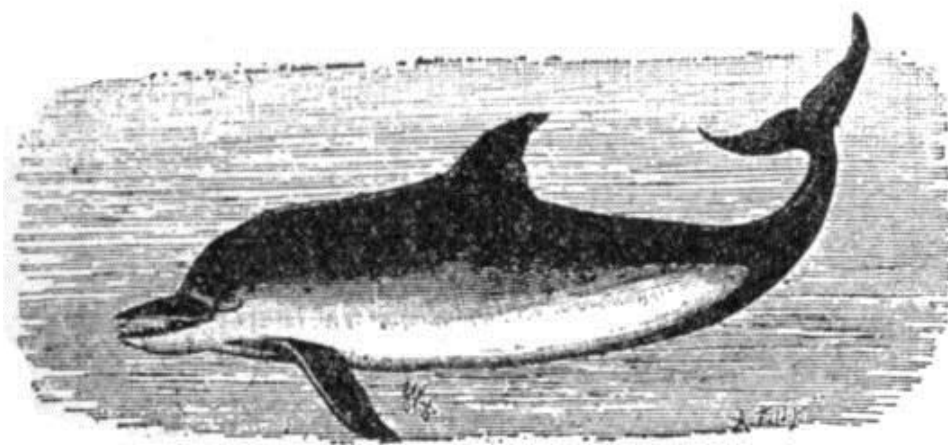


Рис. 379. Дельфин.

Слоны быстро вымирают из-за ценности их бивней. Киты также дают ценные продукты, но, вероятно, они будут существовать гораздо дольше. Почему?

Манаты и дюгоны (морские коровы) — близкородственные виды, питающиеся водными растениями и поэтому обитающие вблизи берега и в устьях рек. *Порядок* _____. *Почему?* _____.

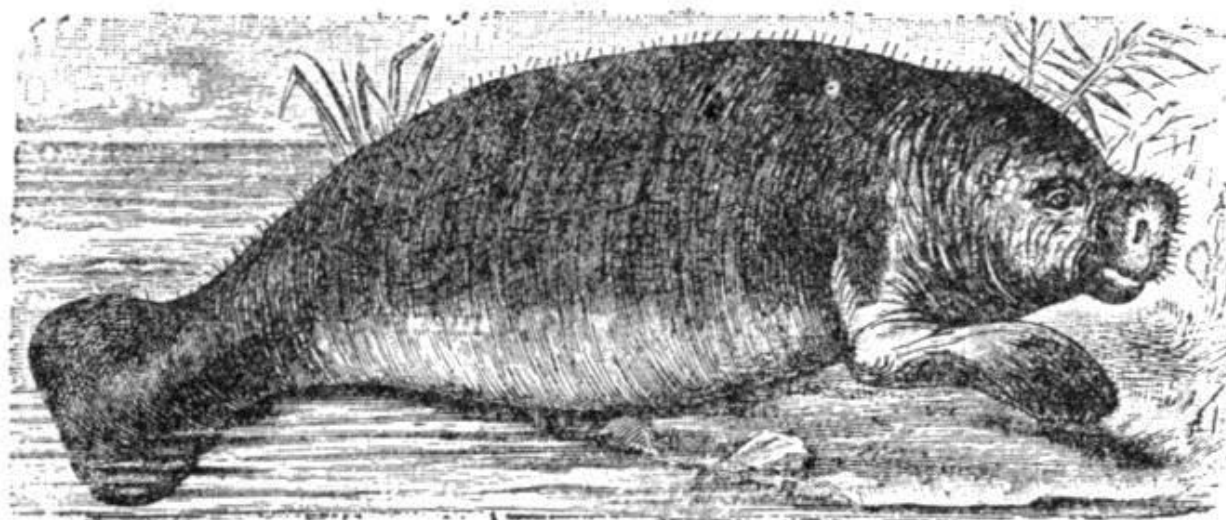


Рис. 380. — Ламантин, или морская корова; он живет у берега и питается водорослями. (От Флориды до Бразилии.)

Копытные млекопитающие. Все животные этого отряда ходят на кончиках пальцев, которые приспособились к этому благодаря тому, что когти превратились в *копыта*. Отряд подразделяется на *непарнокопытных* (таких как лошадь с одним пальцем и носорог с тремя) и *парнокопытных* (таких как бык с двумя пальцами и свинья с четырьмя). Все парнокопытные, за исключением свиньи и бегемота, пережевывают жвачку и называются *жвачными животными*.

Сравнение лошади и человека ([рис. 381](#), [399](#)). — Каким пальцам на руках и ногах человека соответствуют пальцы на ногах лошади? Есть ли у лошади коленные чашечки? Большая или маленькая у нее пяточная кость? Находится ли скакательный сустав на пальце, подъеме или лодыжке? Соответствует ли самая удлиненная часть задней ноги лошади бедру, икре или стопе человека? На передней ноге удлиненная часть — это плечо, предплечье или кисть? Соответствует ли самая удлиненная часть передней ноги пальцу, ладони или запястью? На задней ноге — это палец, подъем или лодыжка? — это

скакательный сустав на пальце, подъеме или пятке? (Рис. 385.) Ягодичный сустав находится на пальце, подъеме, пятке или колене? *Закажите* _____. Почему? _____.

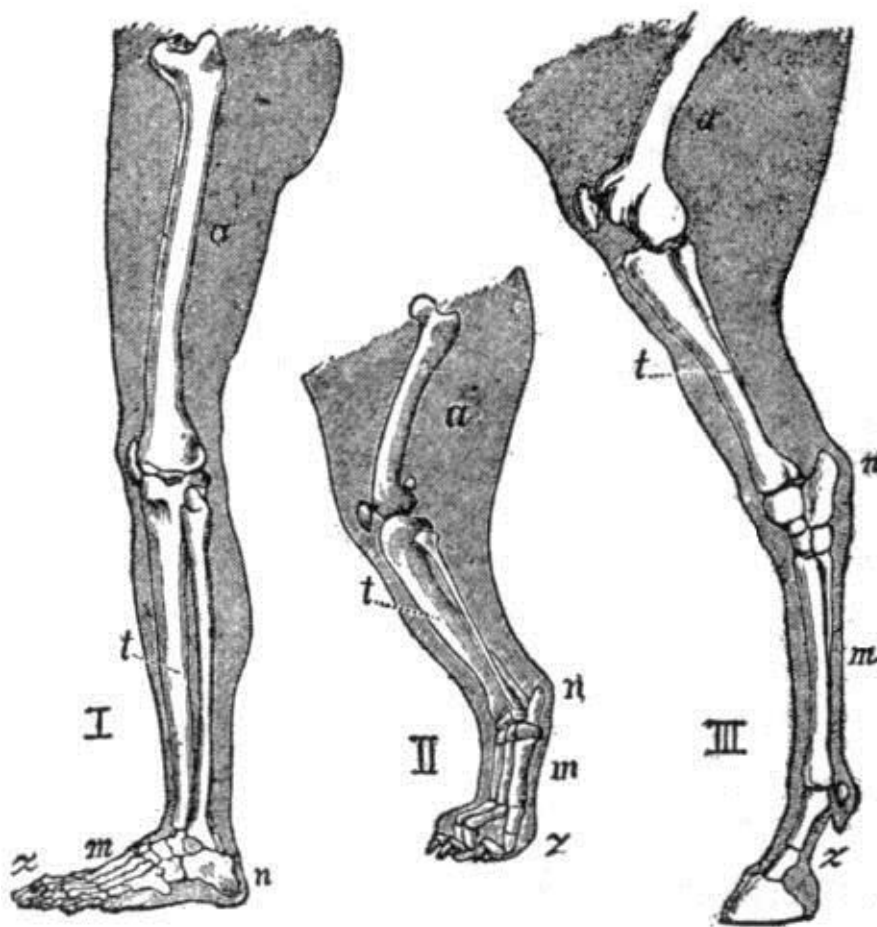


Рис. 381. — Левая нога человека, левая задняя нога собаки и лошади; гомологичные части обозначены одинаковыми буквами.

Особенности млекопитающих. Ранние млекопитающие, типичным представителем которых считаются современные сумчатые, имели пять пальцев с когтями. Они не были очень быстрыми в движении и не представляли опасности в бою, и, вероятно, питались как животными, так и растительной пищей.

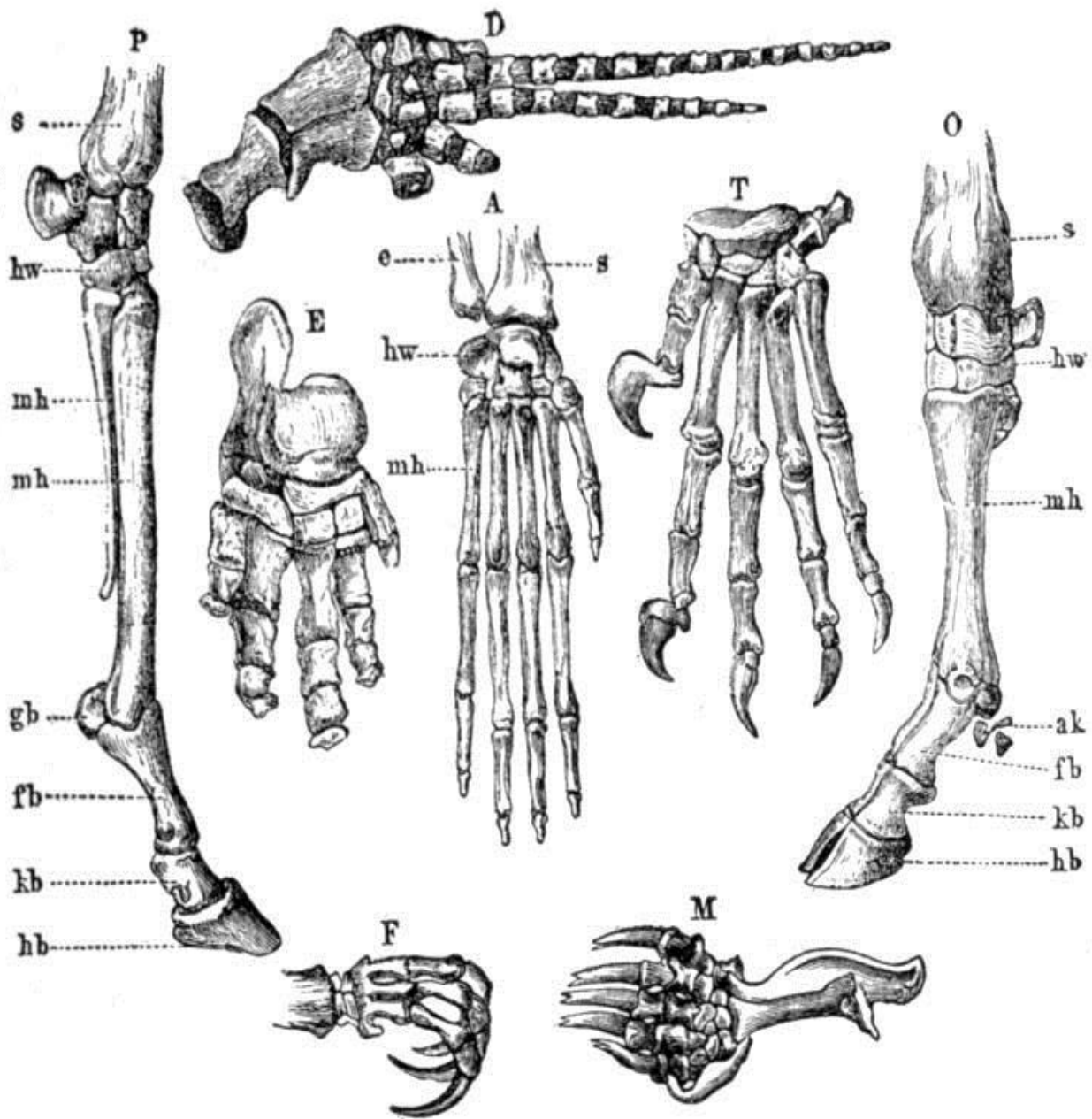
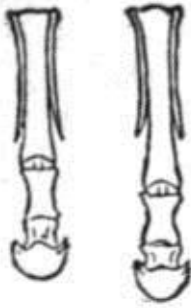


Рис. 382. Скелеты стоп млекопитающих.

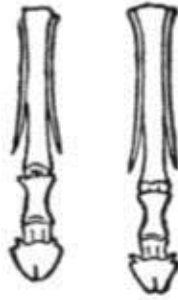
P — лошадь; *D* — дельфин; *E* — слон; *A* — обезьяна; *T* — тигр; *O* — турок; *F* — ленивец; *M* — крот.

Вопрос: Объясните, как каждый из них приспособлен к своей специализированной функции.

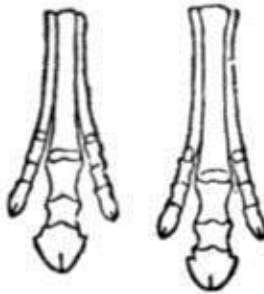
Согласно обычному правилу, они имели тенденцию расти быстрее, чем запасы пищи, и постоянно велась борьба за пищу. Те, у кого когти и зубы были острее, отгоняли других от пищи или охотились на них. Так началась специализация на смелых плотоядных хищниках и робких растительноядных животных. Кто из плотоядных уже был подробно изучен? Насекомоядные спасались от своих врагов и находили пищу, научившись рыть норы или летать. Грызуны достигли того же результата, либо приобретя большую ловкость в лазании, либо живя в норах, либо бегая. Хоботные приобрели огромные размеры и силу. Копытные животные нашли безопасность в беге.



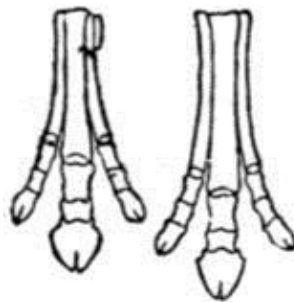
Equus



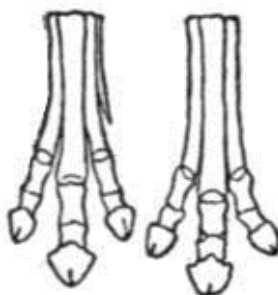
Протогиппус

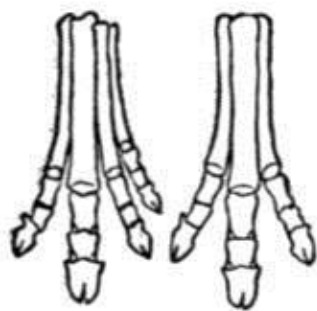


Плиоhippus



Miohippus





Мезониппус

Орохиппус

Рис. 383. — Ноги предков лошади.

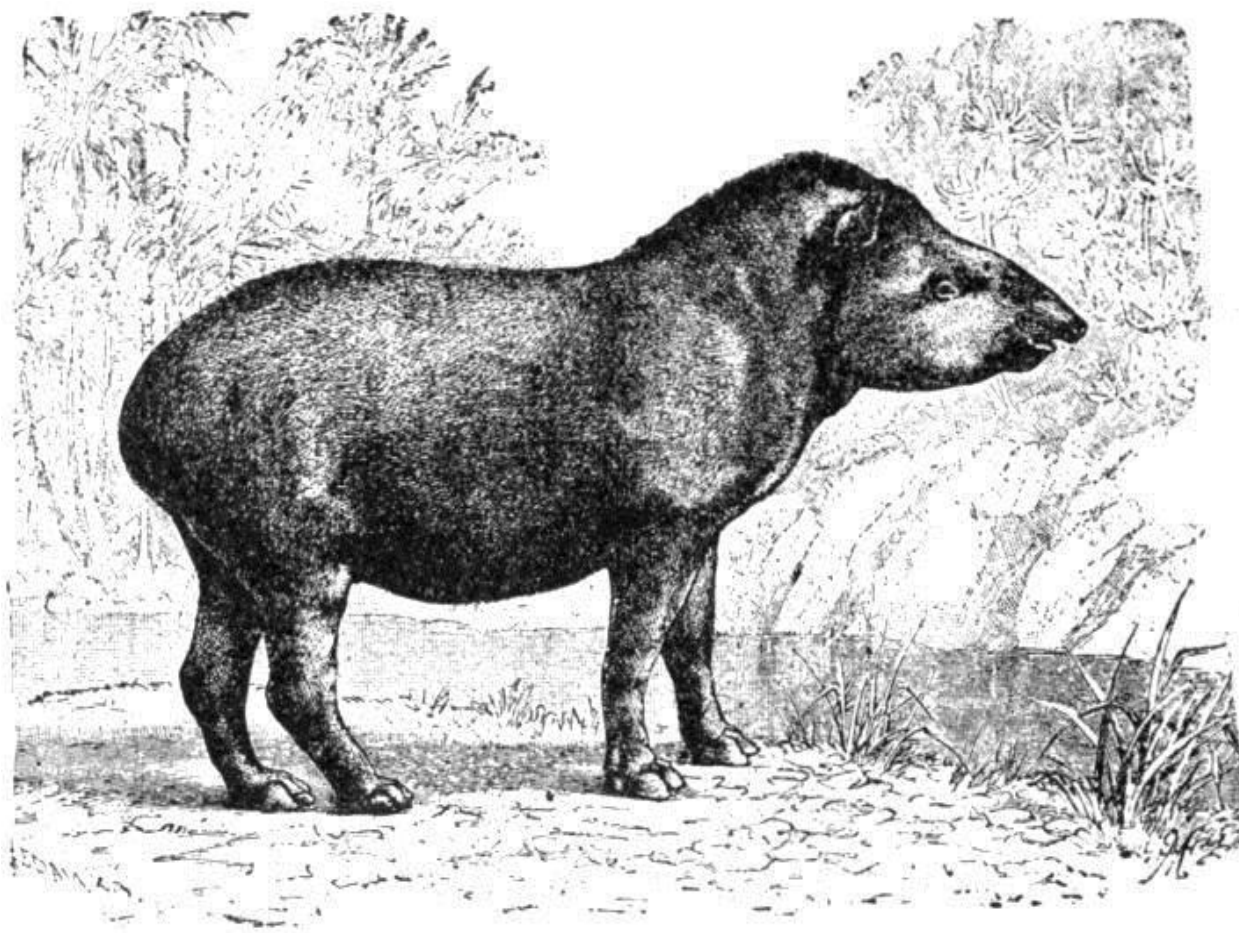


Рис. 384. ТАПИР ЮЖНОЙ АМЕРИКИ (*Tapirus americanus*). $\times \frac{1}{25}$.

Вопросы: Чем он похож на слона? ([Рис. 376.](#)) На лошадь? ([Стр. 210.](#))

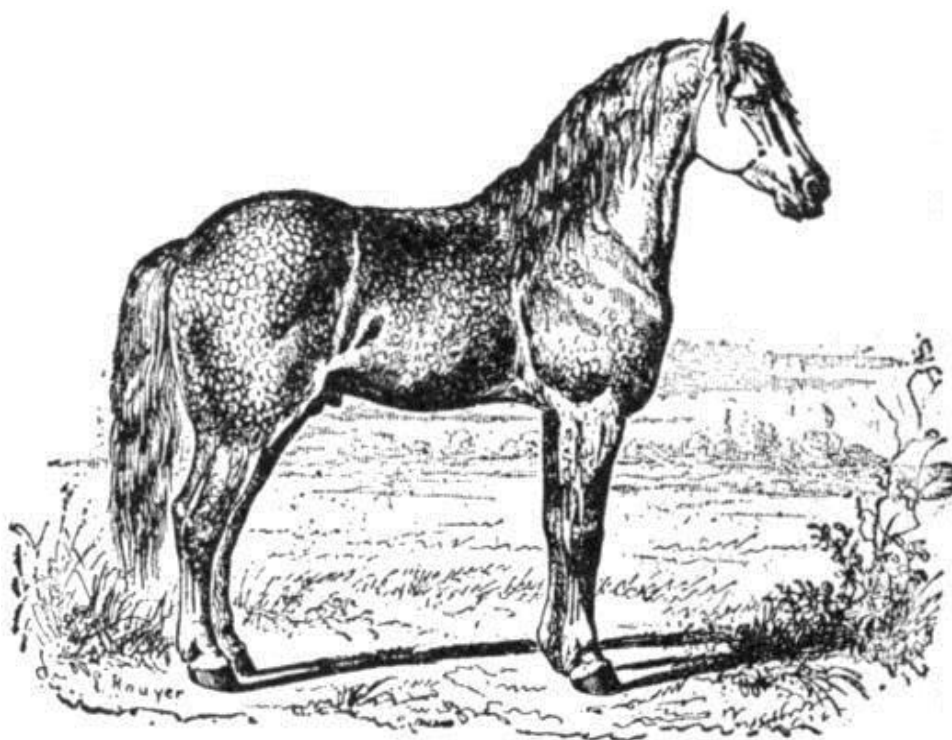


Рис. 385. Лошадь, происходящая от небольшого дикого вида, который до сих пор встречается в Западной Азии.

Копытные, такие как лошадь, не нуждаются в другой защите, кроме своей большой скорости, которая обусловлена удлинением костей ног и подъемом на самый кончик самого большого пальца, который, чтобы выдержать вес, развил огромный коготь, называемый копытом. Крупный рогатый скот, не обладающий такой скоростью, как лошадь, обычно имеет рога для защиты. Если теленок или корова мычат от боли, весь скот поблизости спешит на помощь. Этот бескорыстный инстинкт помогать другим способствовал выживанию дикого скота, обитавшего в регионах, кишящих хищными животными. Какая из басен Эзопа основана на этом инстинкте? Привычка быстро пастись и связанная с ней привычка пережевывать жвачку также имели большое значение, поскольку позволяли скоту быстро добывать траву и уходить в безопасное место, чтобы ее пережевать. В челюсти теленка присутствуют зачатки верхних резцов, что свидетельствует о происхождении от животных, имевших полный набор зубов. Зачатки поглощаются, и в верхней челюсти коровы полностью отсутствуют резцы, так как они были бы бесполезны из-за привычки коровы хватать траву своим грубым языком и срезать ее нижними резцами, когда голова резко наклоняется вперед. Это более быстрый способ питания, чем кусание. Что оставляет траву более короткой после выпаса, корова или лошадь? Почему? Трава очень медленно переваривается, а копытные имеют пищеварительный тракт, длина которого в двадцать-тридцать раз превышает длину тела. Для такой грубой пищи необходимо тщательное пережевывание, и копытные, которые пережевывают жвачку (жвачные животные), благодаря неспешному и тщательному пережевыванию могут максимально эффективно использовать древесную клетчатку (целлюлозу), которая является основным веществом в их пище.

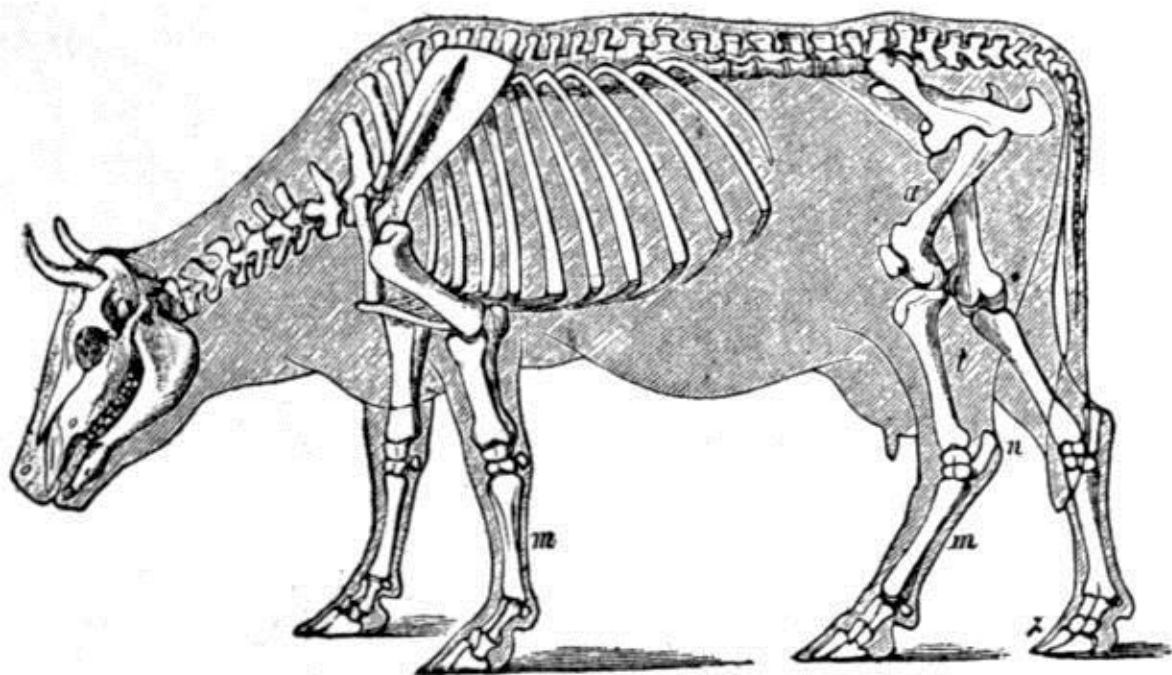


Рис. 386. СКЕЛЕТ КОРОВЫ. Сравните с лошадьё ([рис. 395](#)) по ногам, пальцам, хвосту, гриве, подвесу, ушам, телу.

Жвачные животные имеют четырехкамерный желудок. Их пища сначала попадает в просторный *рубц*, в котором, как и в зоб птиц, временно хранится объемная пища. В рубце она не переваривается, но после увлажнения ее части поочередно поступают в *желудок*, который формирует из них комочки, которые выплевываются и измельчаются большими коренными зубами, пока животное лежит с полужакрытыми глазами в тени дерева. Затем она проглатывается во второй раз и перерабатывается в третьем отделе (или *многослойном желудке*) и четвертом отделе (или *решетчатом желудке*). Затем она попадает в кишечник. Почему рубц является самым большим отделом? На [рисунке](#) вы узнаете рубц по его размеру? Соты по их внутренней поверхности? Почему он круглый? Последние два из четырех отделов можно узнать по их прямой связи с кишечником.

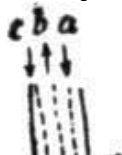
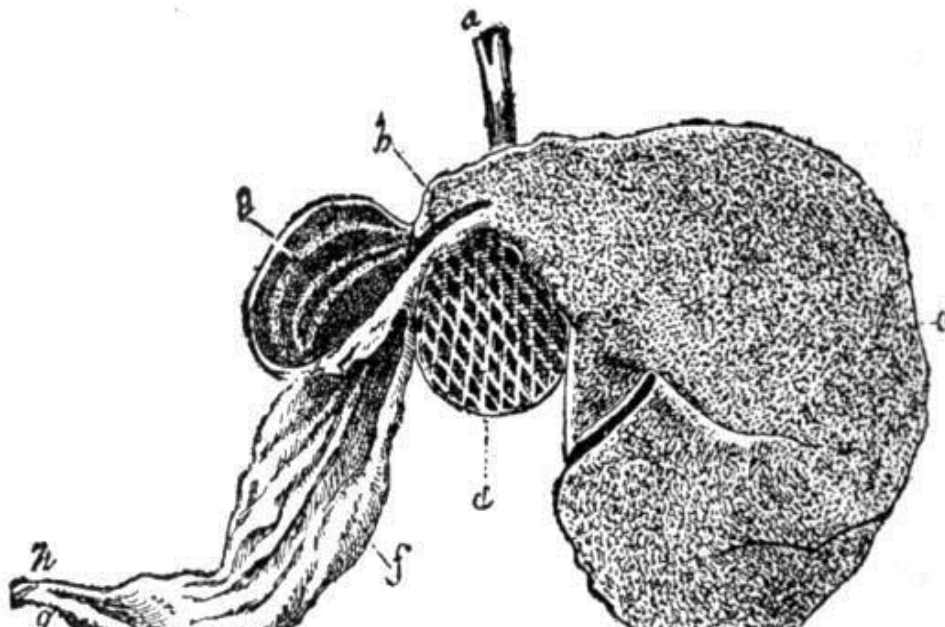


Рис. 387. — Прохож



из них. (См. [текст](#).)

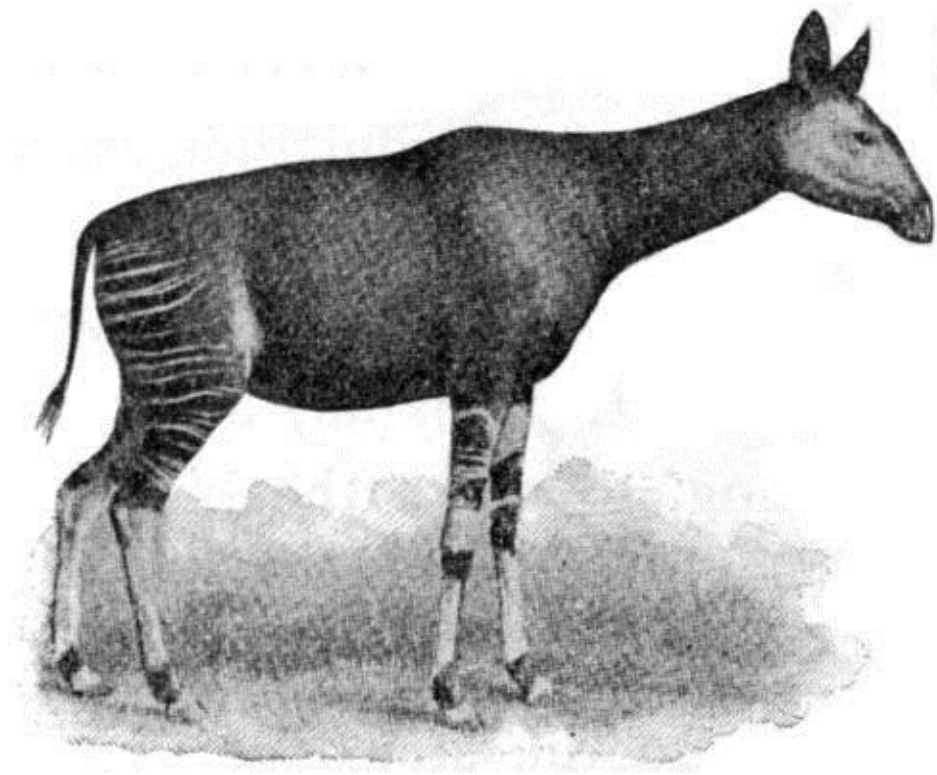


Рис. 389. Окапи. Вероятно, это последнее крупное млекопитающее, открытое цивилизованным человеком. Оно было обнаружено в лесах Конго в 1900 году.

Вопросы: Оно имеет сходство (найдите его) с жирафом, оленем и зеброй. Это жвачное копытное (объясните значение — см. [текст](#)).

Настоящий *желудочный сок* выделяется только в четвертом желудке. Поскольку жвачка или непережеванная пища извергается в виде комочков из круглого «сота», а в желудке жвачных животных иногда обнаруживаются комочки шерсти, некоторые невежественные люди допускают абсурдную ошибку, называя комочки шерсти жвачкой. Этот комок накапливается в рубце из-за дружеского обычая коров расчесывать друг другу шерсть своими грубыми языками, при этом шерсть иногда проглатывается. Объясните поговорку, что если корова перестанет жевать жвачку, она умрет.

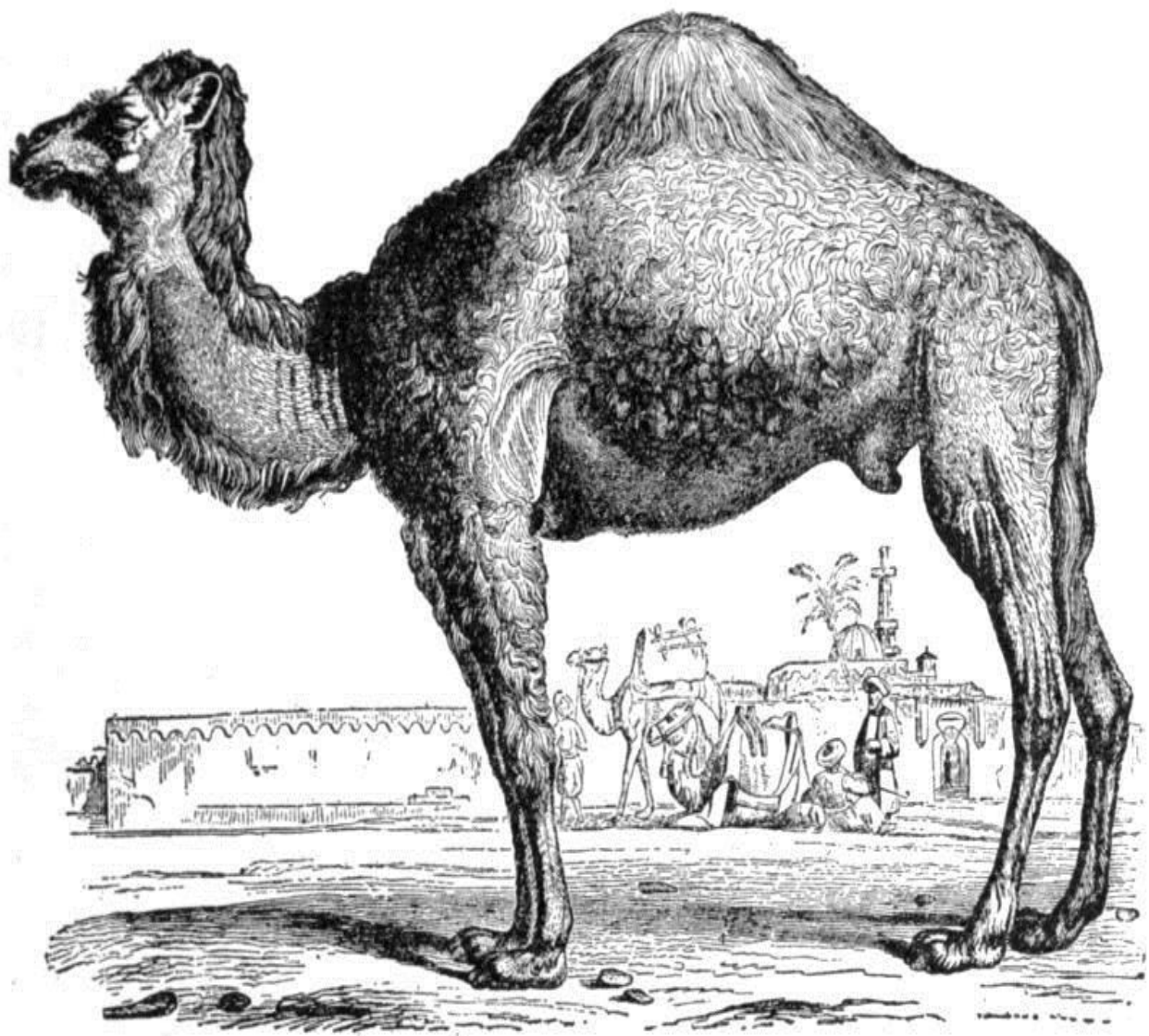


Рис. 390. Африканский верблюд (*Camelus dromedarius*).

Нижняя челюсть коровы движется в стороны или вперед-назад? Гребни на коренных зубах расположены поперечно или продольно? Рог коровы полый? Имеет ли он костную сердцевину? ([Рис. 344.](#))



Рис. 391. — Антилопа с рогами-вилами (*Antilocarpa Americana*). Западные штаты.

Постоянные полые рога коровы и твердые молочные рога оленя являются типичными представителями двух видов рогов, которыми обладают жвачные животные. Однако вилорогая антилопа ([рис. 391](#)) из западных штатов США является промежуточной формой, поскольку ее рога полые, но ежегодно сбрасываются. Полые рога являются модификацией волос. Разветвляются ли твердые или полые кости? Какие из них есть у обоих полов? Какие из них заостренные? Какие из них лучше подходят для борьбы? Почему оленям меньше нужно сражаться, чем крупному рогатому скоту? Олени полигамны, и самцы используют свои рога в основном для борьбы друг с другом. Острые копыта оленей также являются опасным оружием. Белохвостый олень (вероятно, тот же вид, что и виргинский красный олень) является наиболее распространенным из американских оленей. Он обитает в низинах, в то время как чернохвостый олень предпочитает холмистую местность. Лось, как и олень, питается ветками и листьями. Элен, как и крупный рогатый скот, питается травой.



Рис. 392. — Скала горная овца (*Ovis montana*). $\times \frac{1}{24}$.

Коренной овцой Америки является большая рогатая овца, или овца Скалистых гор ([рис. 392](#)). Ложное убеждение, что они приземляются на рога, когда прыгают с обрывов. Они выставляют часовых и очень осторожны. Есть также коренная коза, белый вид, живущий высоко в Скалистых горах, близ снега. Это довольно глупые животные. Когда-то бизоны бродили стадами, насчитывавшими тысячи голов, но сейчас, за исключением нескольких особей, охраняемых в парках, они вымерли. Их мохнатая шкура была полезна человеку зимой, поэтому они были почти полностью истреблены. Ради прибыли человек истребляет слонов, тюленей, грызунов, броненосцев, китов, птиц, оленей, мидий, омаров, леса и т. д.

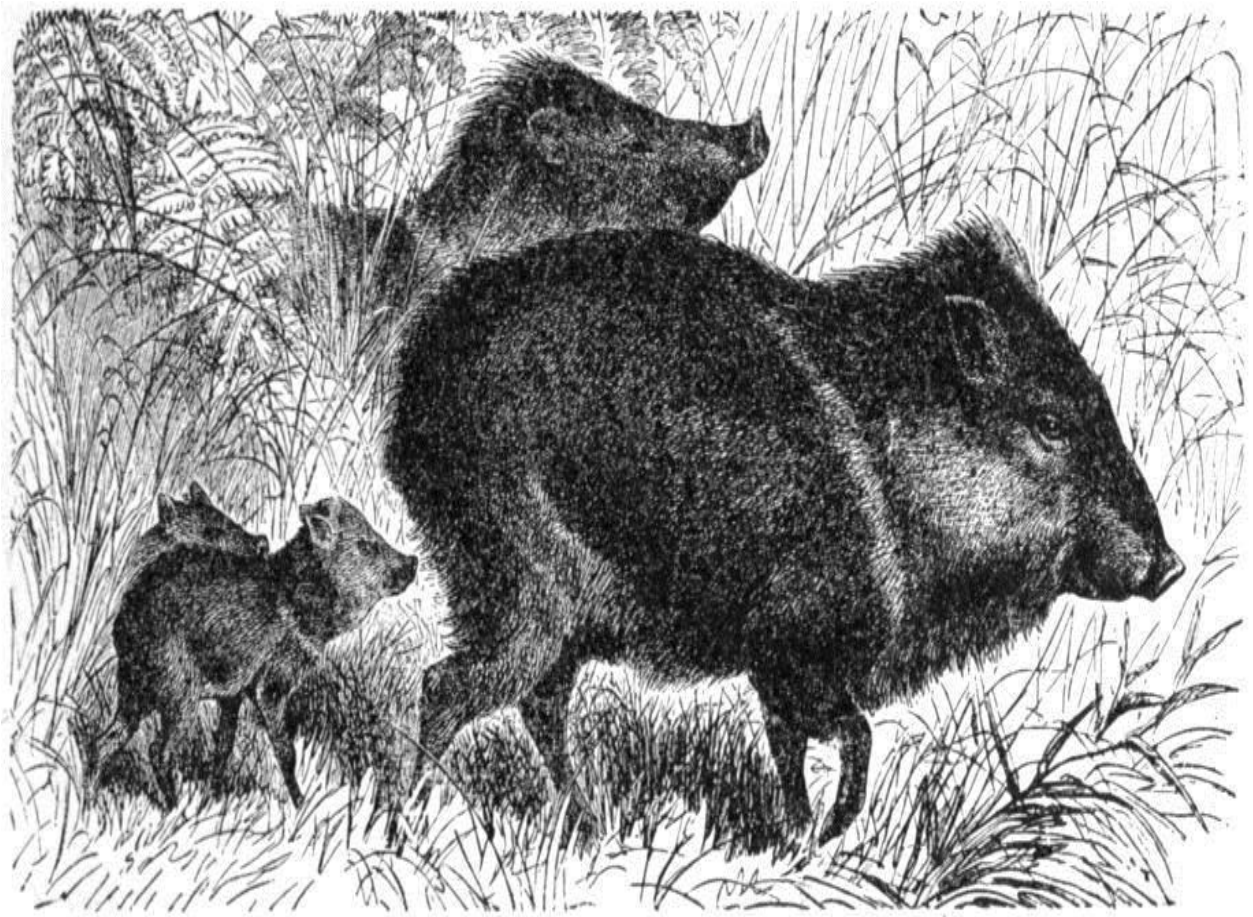


Рис. 393. ПЕКАРИ (*Dicotyles torquatus*) из Техаса и Мексики. $\times \frac{1}{12}$.

Единственным местным видом свиней является пекари, обитающий в Техасе ([рис. 393](#)). В отличие от тяжелых домашних свиней, он стройный и активный. Он бесстрашен, а его большие клыки являются опасным оружием. Свиньи — единственные копытные, которые не питаются исключительно растительной пищей. Привычка откармливаться летом была полезна диким свиньям, поскольку зимой снег скрывал большую часть их пищи. Эта привычка сохранилась и в домашних условиях. Бесполезны ли маленькие пальцы на ногах свиней? Бесполезны ли «росые когти» у крупного рогатого скота? Станут ли они, вероятно, больше или меньше? *Порядок?*

Иллюстрированное исследование

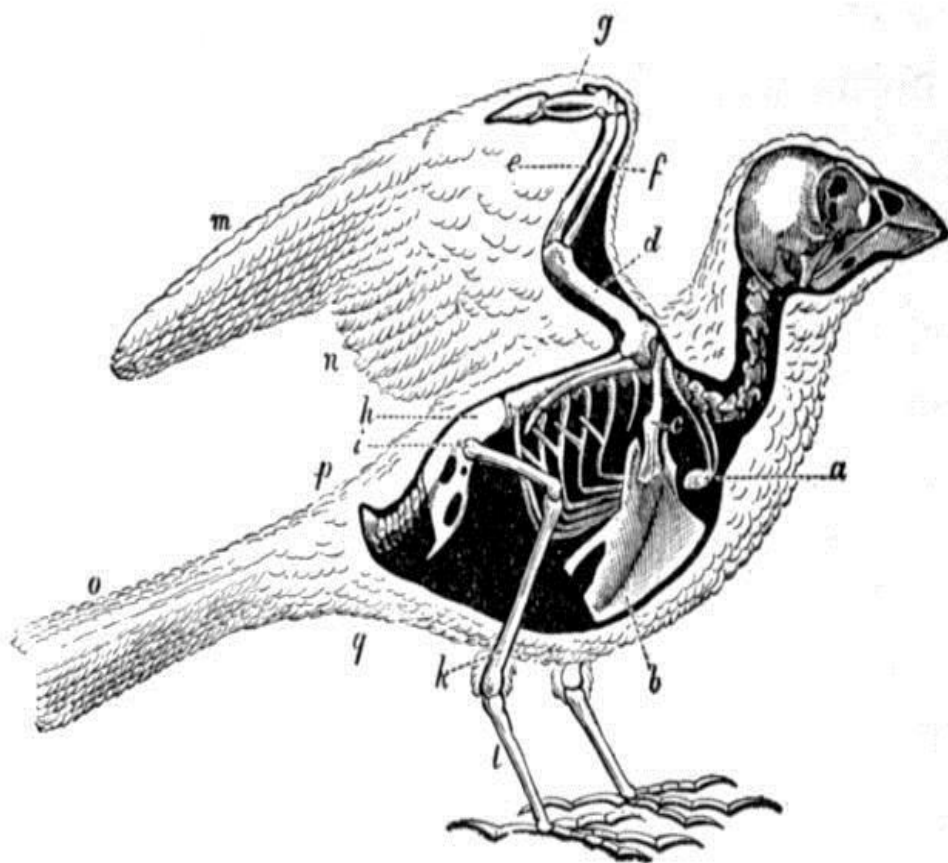


Рис. 394. Птица.



Рис. 395. — Лошадь.

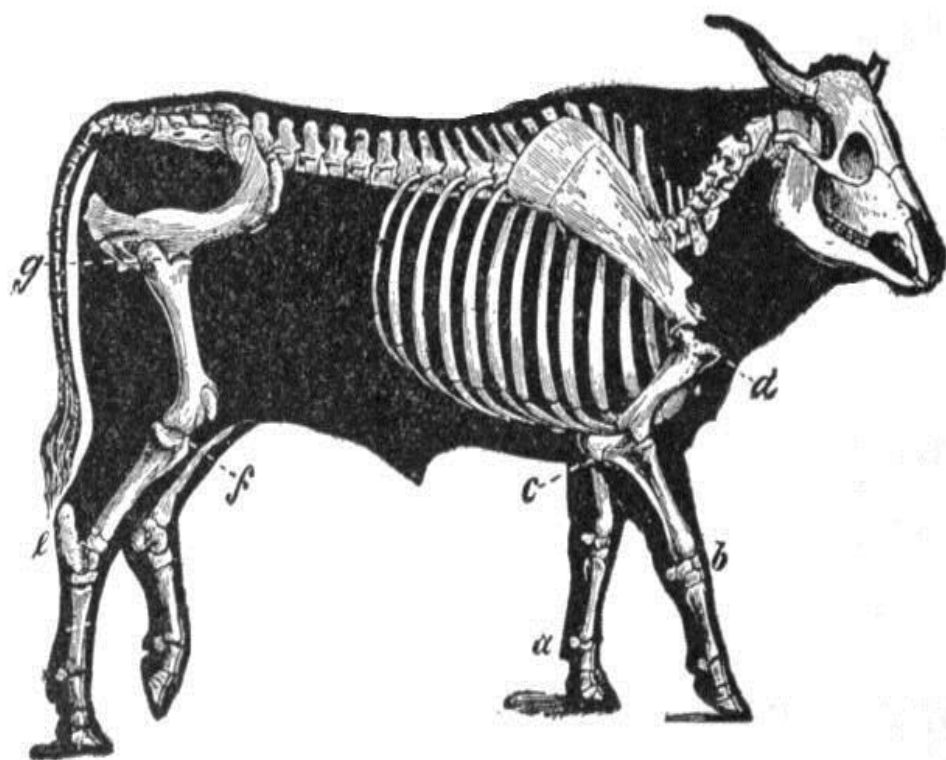


Рис. 396. — Бык.



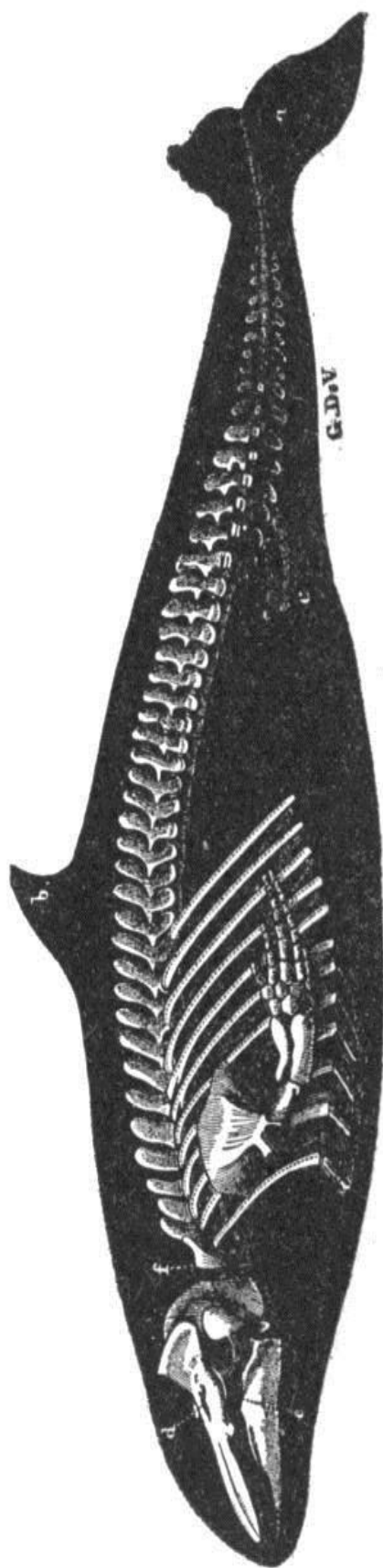


Рис. 397. Дельфин.

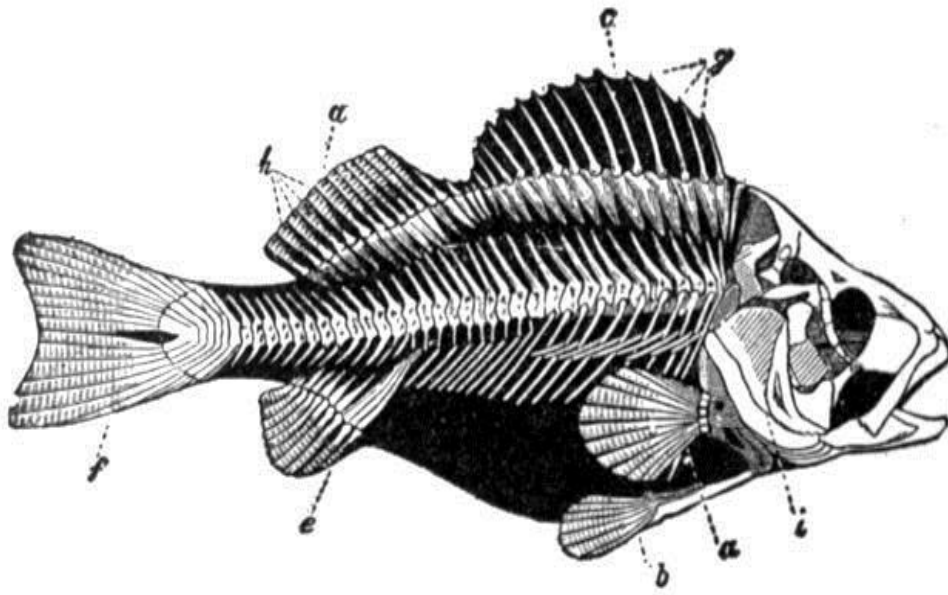


Рис. 398. — РЫБА.

Иллюстрированное исследование

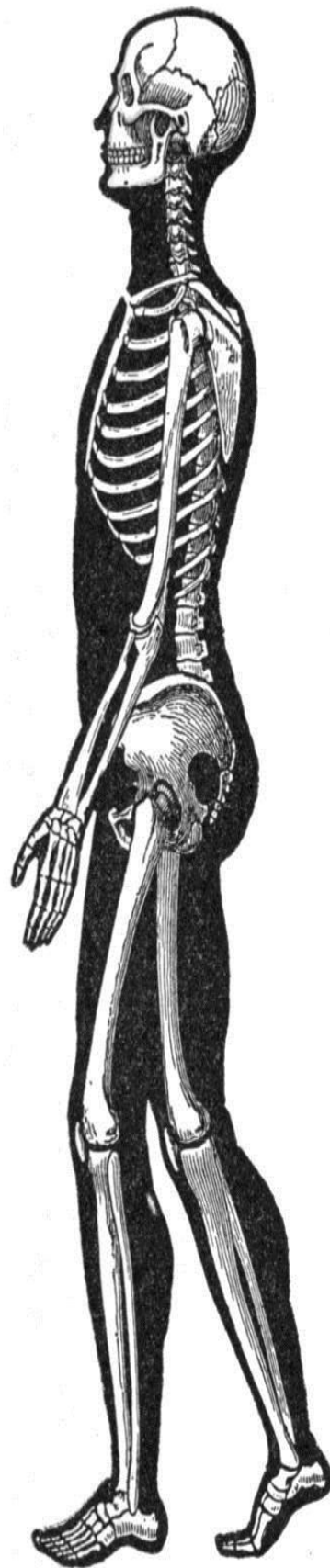


Рис. 399. ЧЕЛОВЕК.

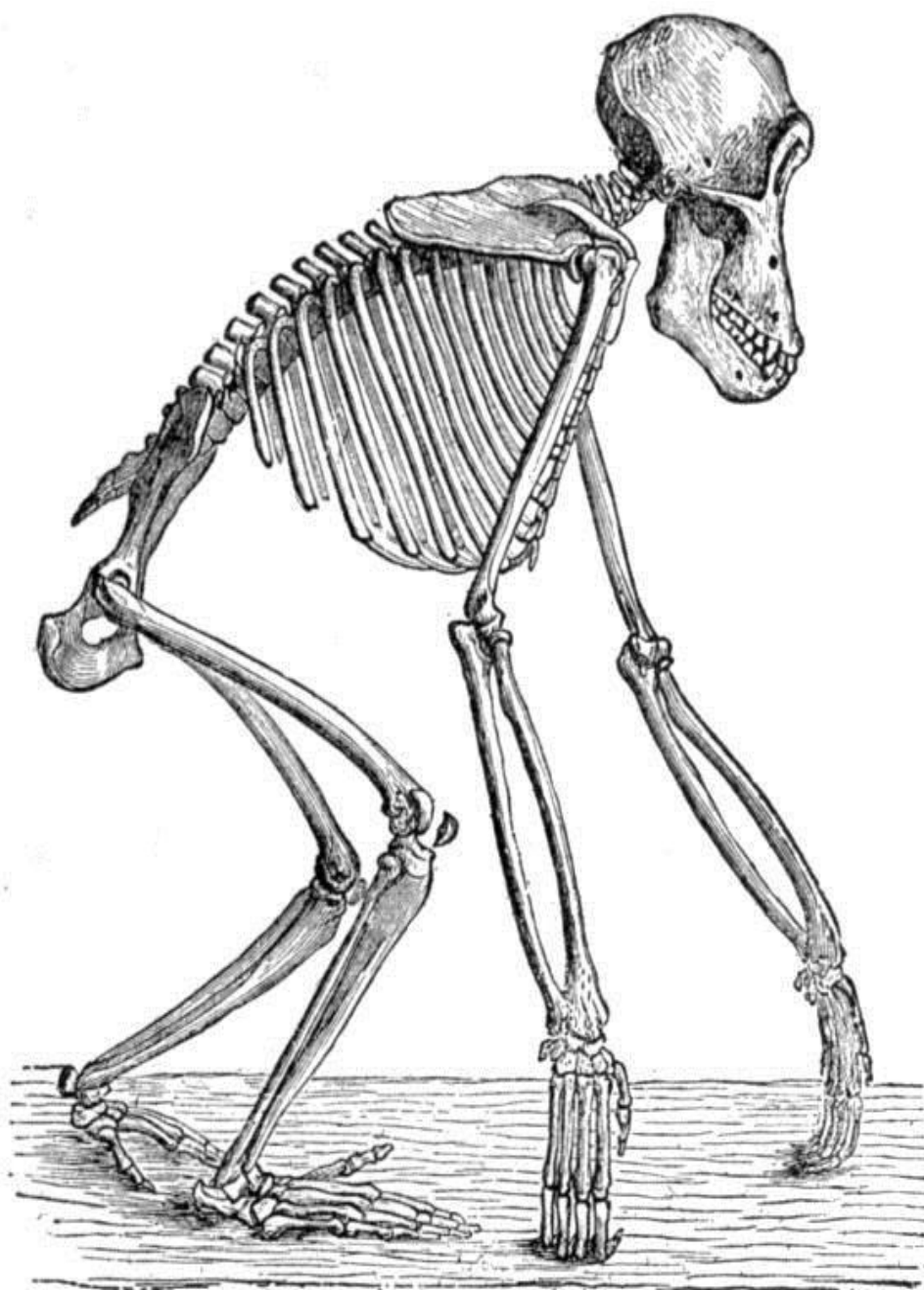


Рис. 400. — ШИМПАНЗЕ. (См. [рис. 406.](#))

Иллюстрированное исследование скелетов позвоночных: если считать скелет человека полным, то какой из этих семи скелетов является наиболее неполным?

Если считать скелет рыбы исходным скелетом позвоночного, то как он был изменен для (1) ходьбы, (2) ходьбы на двух ногах, (3) полета?

Какой скелет, вероятно, является дегенеративным возвратом к первоначальному типу? ([с. 209.](#))

Как лошадь приспособлена к скорости?

Все ли имеют хвостовые позвонки или позвонки за тазобедренными костями? У всех ли есть лопатки?

Сравните (1) передние конечности, (2) задние конечности, (3) челюсти семи скелетов. У какого из них относительно самые короткие челюсти? Почему? Каково типичное количество ребер? Конечностей? Пальцев?

Имеет ли плавник дельфина те же кости, что и рука человека?

Сколько больших пальцев у шимпанзе? Что более специализировано: стопа человека или шимпанзе? Стопа человека или шимпанзе лучше приспособлена для поддержки веса? Как ее строение подходит для этого?

У кого лучше рука: у человека или у шимпанзе? В чем разница между их руками? Соответствует ли разница в строении разнице в использовании?

Какой из семи скелетов имеет наиболее сложную грудину?

Какой скелет не имеет шейных позвонков? Какой имеет только один?

Все ли классы позвоночных представлены в этой таблице? ([с. 125.](#))

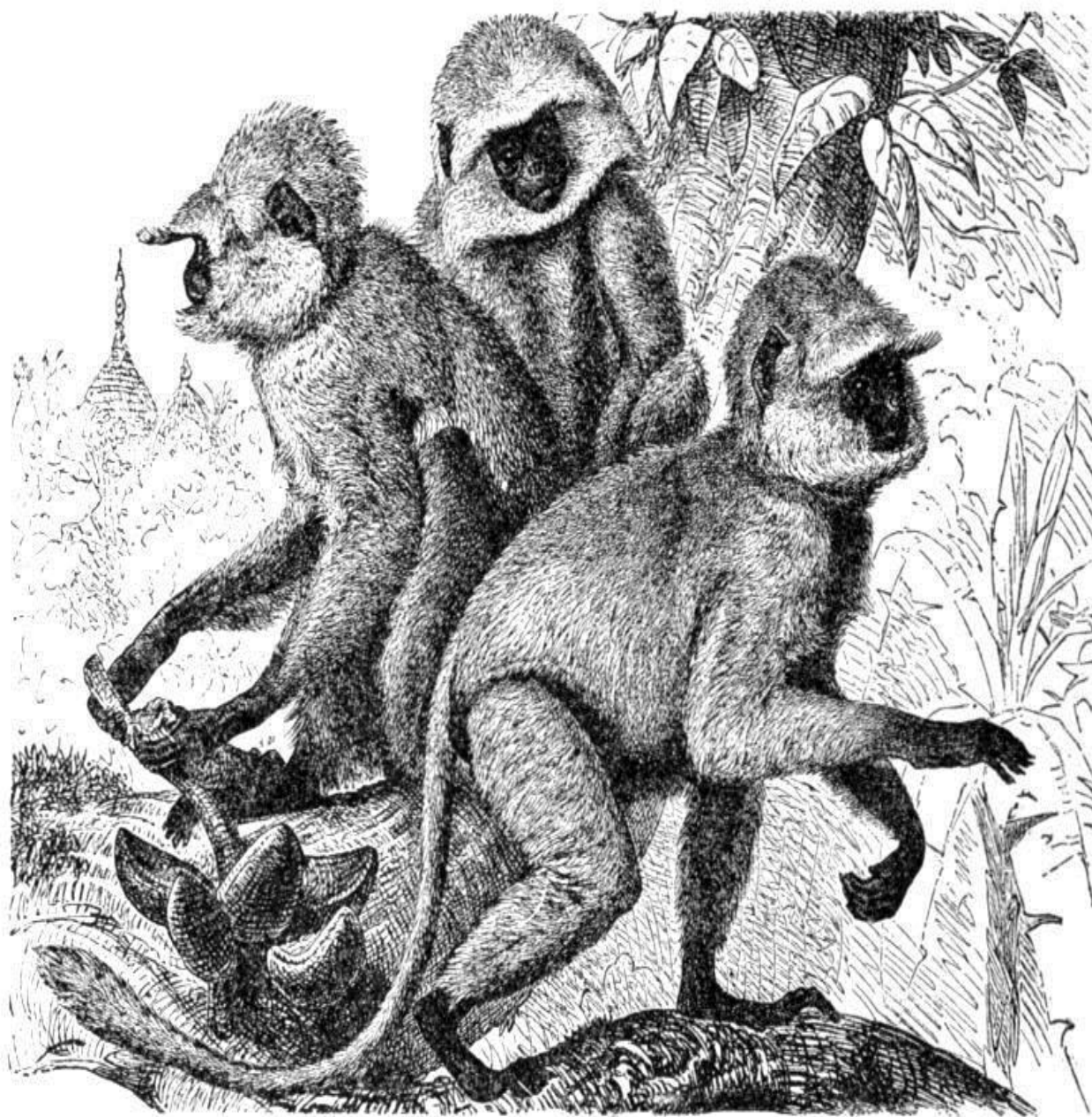


Рис. 401. — Священная обезьяна Индии (*Semnopithecus entellus*). $\times \frac{1}{12}$.

Обезьяны, человекообразные обезьяны и человек. Изучите рисунки ([399](#), [400](#)); сравните человекообразных обезьян и человека и объясните каждое из различий в следующем списке: (1) стопы, три различия; (2) руки; (3) череп; (4) челюсти; (5) клыки; (6) позвоночник; (7) расстояние между глазами.

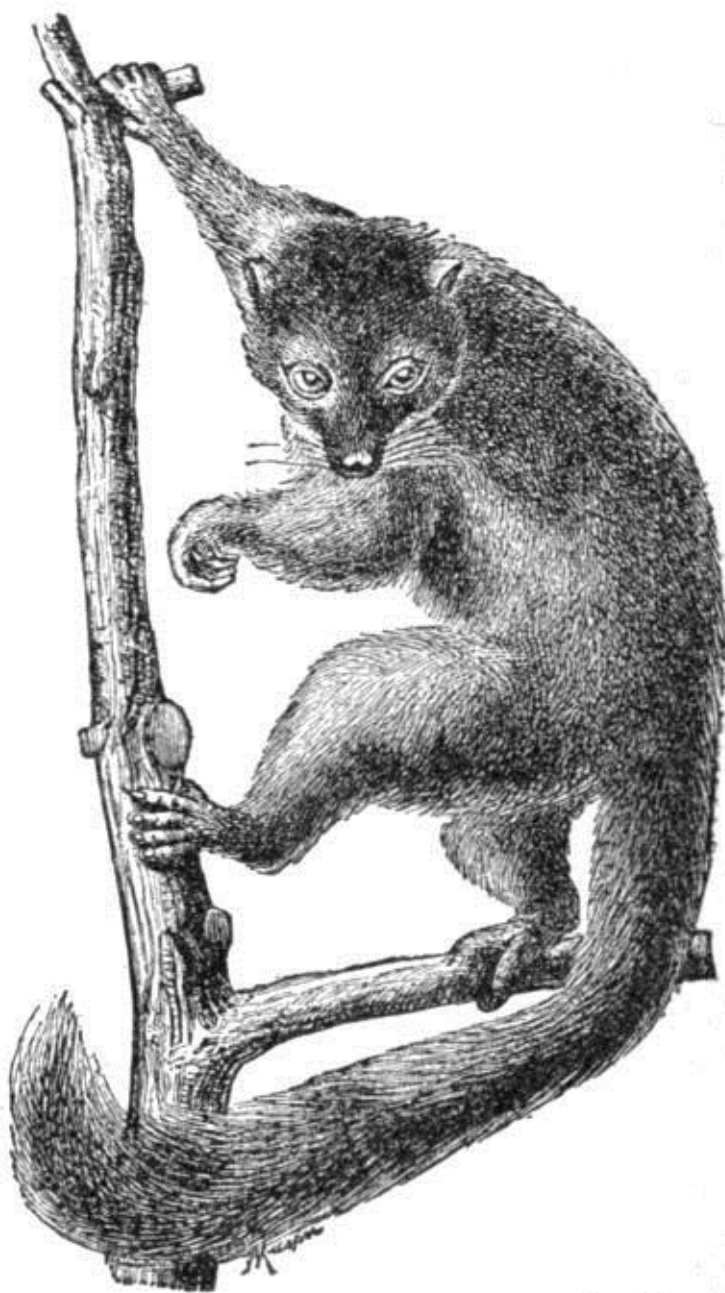


Рис. 402. — Лемур (*Lemur mongoz*). $\times 1/10$. На каком пальце находится коготь?

Рука, в отличие от стопы, имеет один из пальцев, называемый большим пальцем, расположенный напротив четырех других пальцев, чтобы его можно было использовать для захвата. Двурукие люди и четырехрукие обезьяны и мартышки обычно относятся к одному отряду, *приматам*, или , к двум отрядам (см. [таблицу](#), стр. 193). Наиболее низшими представителями этого отряда являются *лемуры* Старого Света. Благодаря тому, что их руки и ноги являются настоящими органами захвата, они относятся к приматам, несмотря на длинную морду и безэмоциональное, лисоподобное лицо. ([Рис. 402.](#)) Следующими в порядке идут *обезьяны с хвостами*, а *обезьяны без хвостов* являются самыми высокими после человека.

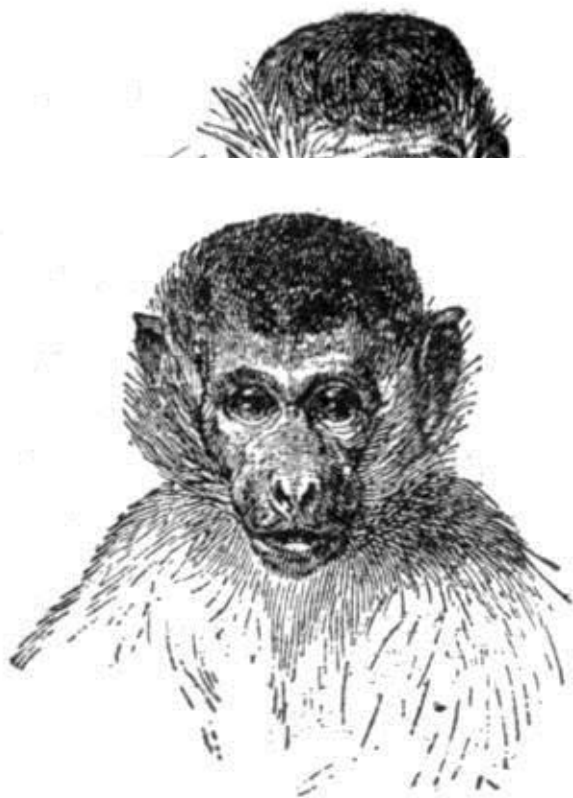


Рис. 403. — Широконосая обезьян

узким носом. $\times \frac{1}{12}$. Старый Свет.

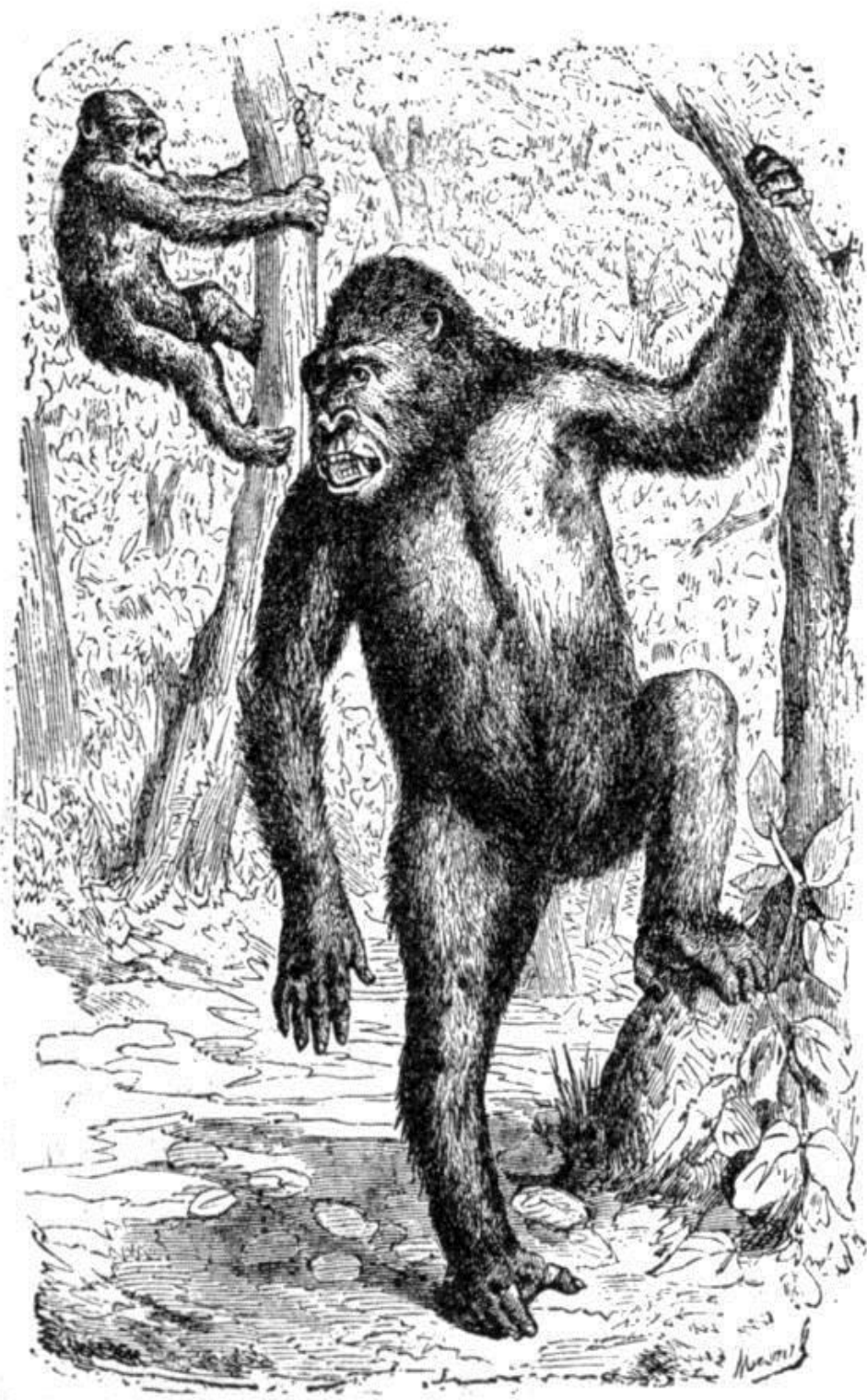


Рис. 405. Горилла. (Размер человека.)

Приматы Нового Света — это обезьяны с длинными хвостами и широкими носами. Они обитают от Парагвая до Мексики. *Обезьяны и человекообразные обезьяны Старого Света* имеют тонкую перегородку между ноздрями, чем отличаются от обезьян Нового Света (), у которых перегородка толще, а нос шире ([рис. 403, 404](#)). У обезьян Америки по шесть коренных зубов в каждой половине челюсти ([рис. 352](#)); у обезьян и человекообразных обезьян Старого Света тридцать два зуба, которые по количеству и расположению соответствуют зубам человека.

У каких из приматов, изображенных в этой книге, руки длиннее ног? У каких глаза направлены вперед, а не в стороны, как у кошек или собак?

Почти все приматы *обитают в лесах* и живут в теплых странах, где ветви деревьев никогда не покрываются льдом или снегом. Их *способность лазать по деревьям* в значительной степени защищает их от хищников. Многие обезьяны и приматы могут ходить в вертикальном положении, но каждые несколько шагов они касаются земли костяшками пальцев, чтобы сохранить равновесие.



Рис. 406. — ШИМПАНЗЕ.

Обезьяны — это высшее семейство приматов после человека, в которое входят горилла, шимпанзе, орангутанг и гиббон. Некоторые обезьяны сплетают ветки на верхушках деревьев, чтобы соорудить примитивное гнездо, и все они очень ласковы и преданы своим детям. Как легче всего отличить обезьян от мартышек? ([Рис. 401, 406.](#))

Изучение человека в связи с его окружающей средой будет подробно рассмотрено в части, называемой [«Биология человека»](#). Там мы рассмотрим влияние на организм человека быстрых изменений, произошедших с момента выхода из дикости, которые он произвел в еде, воздухе, одежде и привычках жизни.

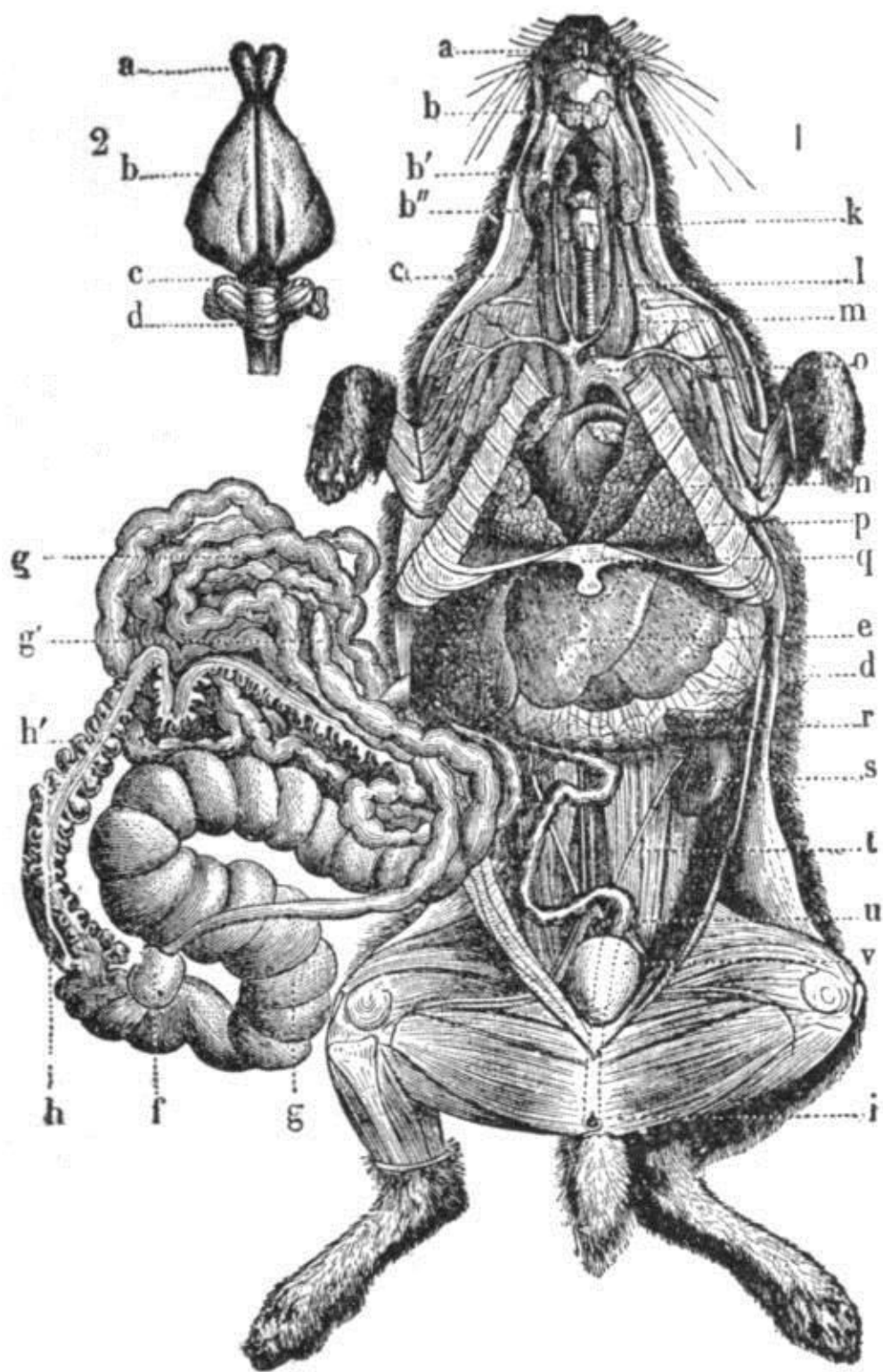


Рис. 407. АНАТОМИЯ КРОЛИКА.

a,						резцы;
b,	b',	b'',	слюнные			железы;
k,						гортань;
l,						трахея;
c,						пищевод;
d,	диафрагма	(имеется	только	у	млекопитающих);	
e,						желудок;
g,		тонкий				кишечник;
h,		h',	толстый			кишечник;
f,	соединение	тонкого	и	толстого		кишечника;
g, g', слепая кишка или слепой мешок от f (соответствует усохшему рудиментарному червеобразному отростку у человека);						
m,		сонные				артерии;
n,						сердце;
o,						аорта;
p,						легкие;
q,		конец				грудины;
r,						селезенка;
s,						почка;
t, мочеточники (от почки к мочевому пузырю v).						
2		мозг				кролика:
a,		обонятельные				нервы;
b,		головной				мозг;
c,		средний				мозг;
d,	мозжечок.					

Таблица для повторения

	Рыба	Лягушка	Черепаша	Птица	Кошка	Лошадь	Человек
Названия конечностей							
Самый острый чувство							
Пальцы на передних и задних конечностях							
Передвижение							
Тип пищи							
Уход за молодняком							



Сенбернар
эскимос
Пудель
Такса

Немецкий мастиф
Английская гончая

Указатель
Бulldog
Грейхаунд

Ньюфаундленд
Овчарка
Шпиц

Рис. 408. ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР. Его влияние на появление разновидностей в одном виде. Какая из собак специализируется на скорости? На погоне за скотом? На остановке скота? На слежении по запаху? На поиске дичи? На тяге повозок? На проникновении в норы? На домашнем содержании? На холодной погоде? В Мексике есть безшерстная собака, специализирующаяся на жарком климате. Широко различающиеся условия среды обитания при различных формах одомашнивания вызывают «мутации», которые селекционеры быстро используют, когда хотят вывести новые разновидности. Профессор Де Врис, выращивая американские вечерние примулы в Европе, показал, что внезапное изменение среды обитания может вызвать появление не только разновидностей, но и новых видов.

БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

ГЛАВА I

ВВЕДЕНИЕ

К какому *отряду* животных относится человек? К какому *классу* и *порядку* в этом отряде? (Биология животных, [стр. 125, 193.](#)) Нет других *видов* животных, *относящихся к тому же роду или порядку*, что и человек. Это свидетельствует о больших *физических* различиях между человеком и другими животными, но ум человека еще больше выделяет его среди других животных.

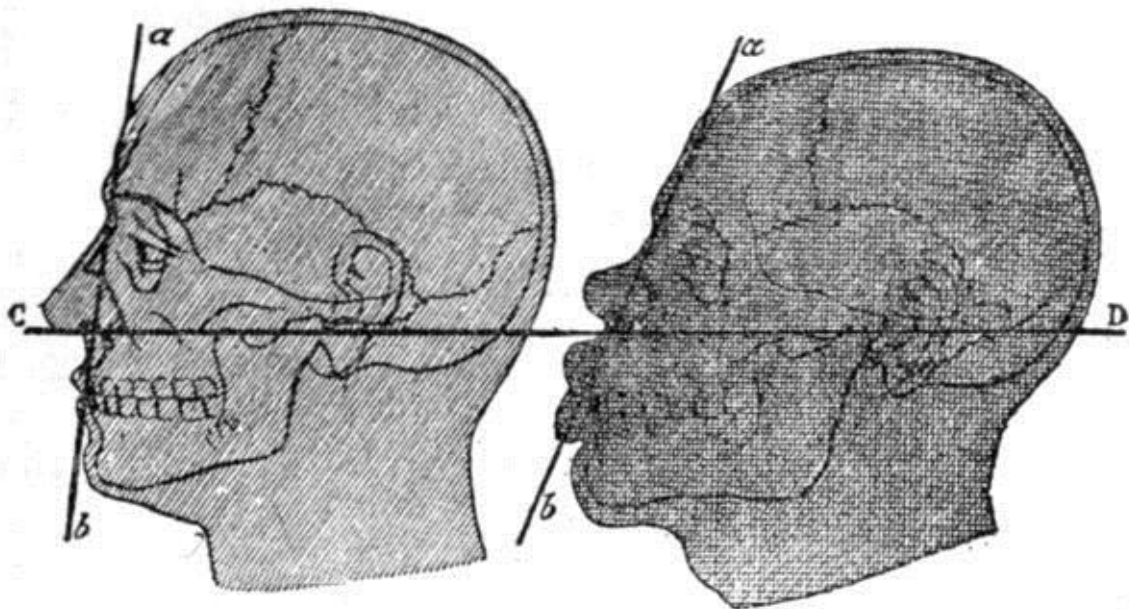


Рис. 1. Углы лица кавказца (около 90°) и эфиопа (около 70°). Угол между линиями, пересекающимися на передней части верхней челюсти у основания носа, одна линия проводится от самой выступающей части лба, другая — через отверстие уха.

Человеческий вид делится на **пять разновидностей** или рас: 1. *Кавказская* ([рис. 1](#)). Кожа светлая, волосы волнистые, глаза овальные. (Европа, за исключением финнов и лапландцев, Западная Азия, Америка). 2. *Монгольская*. Кожа желтая, волосы прямые и черные, лицо плоское, нос тупой, глаза миндалевидные. (Центральная Азия, Китай, Япония, лапландцы и финны Европы, эскимосы Северной Америки). 3. *Американцы*. Кожа медно-красная, волосы прямые, нос прямой или арочный. (Северная и Южная Америка). 4. *Малайский*. Кожа коричневая, лицо плоское, волосы черные. (Австралия и острова Тихого океана.) 5. *Эфиопский* ([рис. 1](#)). Кожа темная, волосы вьющиеся, нос широкий, губы толстые, челюсти и зубы выступающие, лоб отступающий, большой палец ноги короче соседнего и отдельный. (Африка, Америка.)

Между расами идет борьба за владение различными землями. Кавказцы завоевывают Австралию, Африку и Америку. С трудом монголов удерживают от западных берегов Америки. Эфиопы в Америке демонстрируют снижение темпов роста каждое десятилетие; это может быть связано с тенденцией этой расы скучиваться в городах и напряжением, вызванным внезапным переходом от жизни в джунглях менее чем за два столетия. *Цивилизация является напряжением для любой*

расы. Она уничтожает американских индейцев. Монголы и кавказцы лучше всего выживают в условиях цивилизации, но среди последних быстро растет число случаев душевных заболеваний.

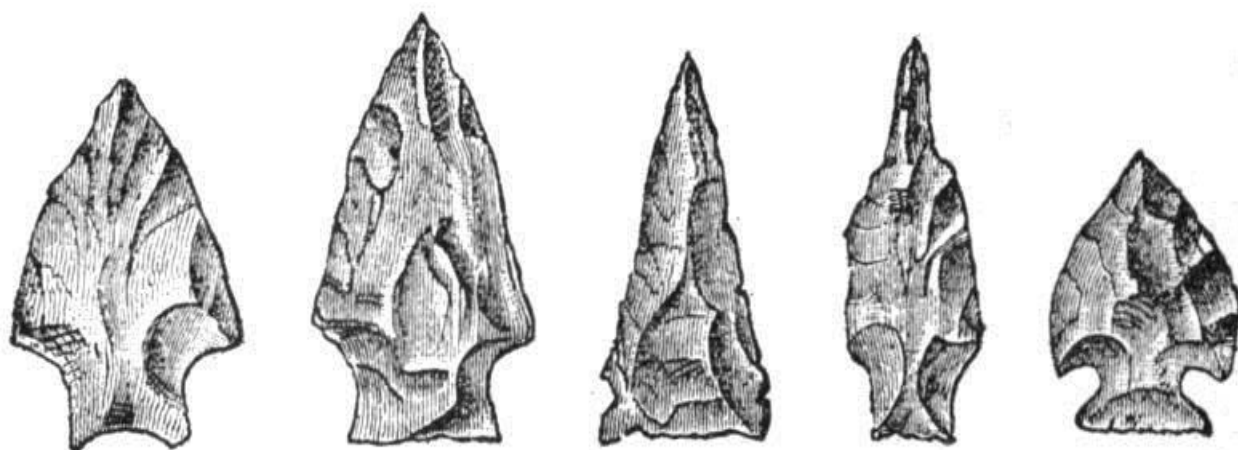


Рис. 2. — Индийское оружие: копья и наконечники стрел. Из банка ракушек (остатки дикого пира) в Кипорте, Нью-Джерси.

Первоначальная среда обитания человека. Первобытный человек жил без использования огня или оружия, кроме палок и камней. Его *первым домом были тропики*, где его потребности легко удовлетворялись, и, вероятно, Азия. У многих народов есть традиция жить в саду (греч. *paradisos*). Его пищей были в основном *плоды деревьев и орехи*. Когда из-за перенаселения он покинул природный сад, он приобрел навыки *охоты и рыболовства*, а также научился пользоваться огнем, чтобы мясо могло дополнить скудные плоды более холодного климата. Его оружие сначала было из грубого (оббитого) камня — *в древнем каменном веке*. В этот период жил мамонт. В *новом каменном веке* он научился полировать орудия труда. Индейцы находились на этой стадии, когда Колумб прибыл в Америку ([рис. 2, 3](#)). Вероятно, в этот период началось выращивание зерна и одомашнивание животных. За каменным веком последовали *бронзовый и железный века*.

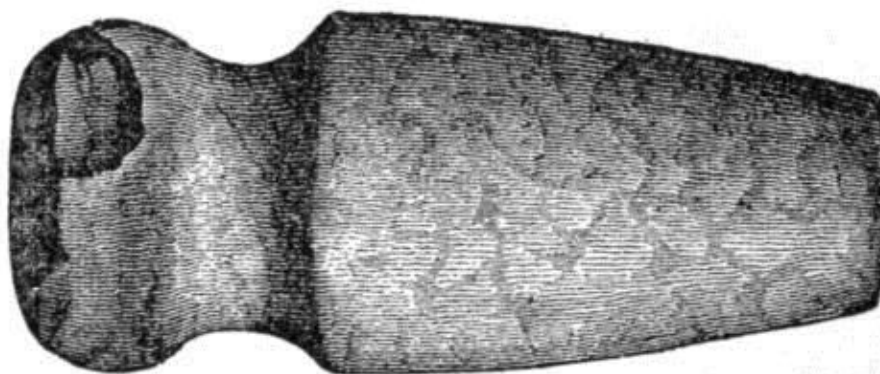


Рис. 3. — Индийский томагавк. Полированный камень. Кипорт, Нью-Джерси.

Взаимодействие человека и окружающей среды. — Оценки различных геологов относительно времени существования человека как вида варьируются от 20 000 до 200 000 лет. *Активная жизнь на открытом воздухе*, которую человек вел на *протяжении веков* ([рис. 4](#)), *полностью приспособила* его тело *только к такой жизни*. Теперь на его службе работают пар и другие силы, и его *мышцы атрофируются*; его *легкие* редко полностью расширяются, и неиспользуемые части становятся нездоровыми; он живет в тесных домах, и нечистый воздух делает его *кровь* нечистой, а *кожу* нежной; он ест *мягкую концентрированную пищу*, и его *зубы разрушаются*, а слишком просторный *пищевод* становится вялым. Его *нервы и мозг* полностью активны и становятся нездоровыми от переутомления и нечистой крови.^[31]

^[31] Было предсказано, что человек будущего будет похож на эльфа с близорукими глазами, сжатым телом, тонкими ножками и ручками, большой лысой головой, беззубыми деснами, желудком, использующим только предварительно переваренную пищу, мышцами, пригодными только для нажатия электрической кнопки или потягивания рычага, и очень

активным умом. Но это игнорирует незаменимую потребность здорового ума для здорового тела. Без изменения кровообращения не может быть даже игры эмоций.



Рис. 4. — ПЕРВОБЫТНЫЙ ЧЕЛОВЕК, ОДЕЖДА И ОРУЖИЕ ДЛЯ ОХОТЫ И ВОЙНЫ.

Дегенерация неиспользуемых частей. — Несколько только что приведенных фактов иллюстрируют биологический закон, согласно которому *неиспользование приводит к дегенерации*.

Изменение окружающей среды человеком. — Энергия мира, будь то уголь, водопады, нефть, леса или плодородная почва, имеет своим источником солнце. *Все это уничтожается человеком*, часто безрассудно и бездумно. Земля обетованная, «текущая молоком и медом», теперь почти превратилась в пустыню. Другими примерами являются Италия, Карфаген, Испания. Уничтожение лесов вызывает наводнения, которые смывают почву. *По оценкам, в Соединенных Штатах осталось только четверть от того количества певчих птиц, которое было пятнадцать лет назад*. На смену плодородной почве, благородным четвероногим, певчим птицам и величественным деревьям приходят насекомые, сорняки и пустыни. Однако многие фермеры сохраняют плодородие почвы.

Благодаря **прямому положению** тела человек может свободно пользоваться руками и *координировать их работу с чувствами*. Это дало человеку возможность интеллектуального развития (). Прямое положение тела дало большую свободу грудной клетке. *Человек использует меньше органов передвижения, чем любое другое животное*. Опоссум имеет две руки, но они находятся на задних конечностях. У обезьяны четыре руки, но она должна использовать их все для передвижения. (Что такое рука?) Однако вертикальное положение облегчает *деформацию позвоночника*, и *поскольку весь вес* при каждом шаге *приходится на одно бедро*, человек подвержен заболеваниям тазобедренного сустава. В горизонтальном туловище органы расположены один за другим; у человека они *расположены один над другим* и более подвержены *сдавливанию и смещению*. Лежачее положение во время болезни помогает их восстановить. Крупные кровеносные сосуды на шее, в подмышечных впадинах и паху, которые у четвероногих занимают защищенные положения, у человека *находятся спереди* и подвержены опасности. *Открытый конец* червеобразного отростка и трахеи у человека в вертикальном положении тела направлены *вверх*. В некоторых вертикальных венах отсутствуют клапаны, а в горизонтальных венах, где в них нет особой необходимости, они присутствуют. Но *свобода рук* с лихвой компенсирует все недостатки вертикального положения.

Выживание наиболее приспособленных. *Те, кто не работает, дегенерируют*. Те, кто перерабатывает или работает только несколькими органами, такими как мозг и нервы, дегенерируют. Рабочие выживают и *увеличиваются в численности*, а бездельники гибнут и *оставляют мало потомков*.

Насколько человек способен адаптироваться к новой среде? Этот вопрос пока не имеет однозначного ответа, *но, вероятно, адаптация происходит гораздо медленнее, чем обычно считается*. Коренные жители Тасмании, Новой Зеландии и многих тихоокеанских островов

вымерли менее чем через столетие после того, как переняли одежду и другие привычки европейцев. Жизнь в сельской местности цивилизованных стран меньше отличается от среды обитания первобытного человека, чем жизнь в городах. Города сравнивают с пещерой льва из басни, к которой вело много следов, но из которой не было выхода. В настоящее время *забота о здоровье в городах* быстро продвигается вперед на основе биологических принципов: более чистый воздух, больше открытого пространства, меньше шума, простая пища и чистая вода. Биология, предоставляя в качестве стандарта условия, которые на протяжении веков формировали тело человека, создает простую и надежную основу для гигиены. Чтобы упомянуть один из многих примеров, человек веками ошибался, пытаясь вылечить туберкулез, и почти сдался в отчаянии. Однако недавно было доказано, что если больной хотя бы частично вернется к привычкам своих далеких предков, туберкулез является одной из самых излечимых болезней. Биологическое руководство по здоровью более надежно и просто, чем эксперименты с лекарствами, суеверия с диетой и избегание воздействия. Человек — из всех животных менее всего приспособлен к своей среде обитания из-за своего постоянного и быстрого прогресса. Болезнь можно определить как процесс, посредством которого организм приспосабливается или пытается приспособиться к столь внезапному изменению окружающей среды, что какой-то орган перестает работать в гармонии с другими. Посредством болезни организм приспосабливается к новым условиям или пытается это сделать.

Протоплазма. Жизнь и рост организма человека, как и жизнь и рост всех животных и растений, зависят от деятельности живого вещества, называемого *протоплазмой*, которое проявляется в крошечных тельцах, называемых *клетками*. Фактически, протоплазма не может существовать вне клеток. Далее будут рассмотрены клетки человеческого организма и их связь с организмом в целом.

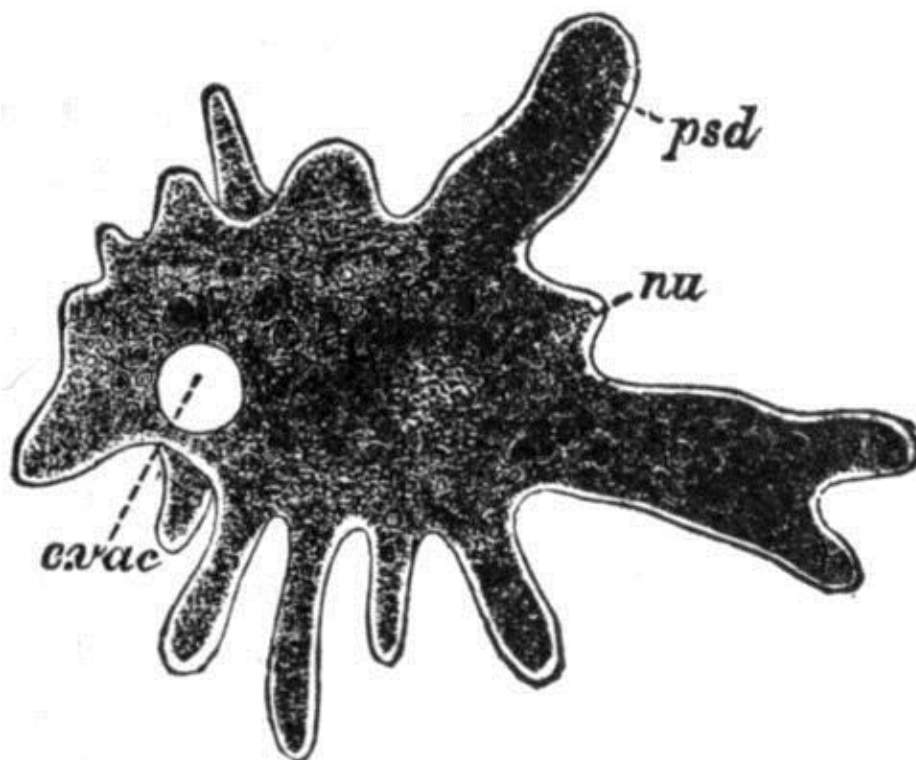


Рис. 5. АМЕБА, сильно увеличенная. *nu* — ядро; *psd* — ложная ножка.

Амеба. — Из всего животного царства *мельчайшие существа, которые можно увидеть только с помощью микроскопа*, наиболее отличаются от человека. Одним из самых интересных из них является *амеба* (рис. 5; также пишется как *атæба*, см. «Биология животных», [гл. II](#)). Тысяча таких существ, выстроенных в ряд, едва ли достигнут одного дюйма. Некоторые

могут усомниться в том, что амеба является полноценным животным. Изучите ее [рисунки](#), и вы не найдете ни головы, ни рук, ни ног, ни рта. В неподвижном состоянии она выглядит просто как *кусочек желе*. Но амеба может *выдвигать любую часть своего тела в качестве ноги* и медленно передвигаться, перекачиваясь на эту ногу (). Она может *выдвигать любую часть своего тела в качестве руки* и захватывать частицы пищи; или, если пища находится поблизости, амеба может *образовать рот в любой части своего тела* и проглотить пищу, сомкнув его вокруг нее (Animal Biology, [рис. 12](#)). Амeба не имеет легких, но дышит *всей поверхностью своего тела*. Любая часть ее тела может делать все то же, что и другая часть. Когда амeба вырастает до определенного размера, она размножается, сжимаясь в середине (Animal Biology, [рис. 13](#)) и *делясь на две части*. Не было замечено, чтобы амeбы умирали от старости; если не считать голода и несчастных случаев, они бессмертны.



Рис. 6. — Увеличенный белый кровяной клеток; формы, замеченные с интервалом в одну минуту.

Сравнение амeбы и человека. Микроскоп показывает нам, что кожа, мышцы, кровь — фактически *все части тела* — содержат бесчисленное количество мелких частей, называемых *клетками*. Эти клетки постоянно меняются в зависимости от деятельности организма. Одними из самых интересных видов клеток являются *лейкоциты*, или кровяные тельца. Один из них показан на [рис. 6](#) с изменениями, которые он претерпел с интервалом в одну минуту. Сразу же приходит в голову мысль, что *эти клетки, хотя и являются частью тела человека, напоминают амeбу*, которая живет самостоятельной жизнью. Человек, лошадь или рыба — фактически любое животное, не являющееся простейшим — имеет нечто, похожее на колонию или скопление одноклеточных животных. Теперь мы готовы немного понять, как растет тело и как заживает порез на коже. *Клетки принимают питательные вещества, приносимые кровью, используют их, растут и размножаются, как амeба*. Так образуется новая ткань. Все животные и растения, то есть все живые существа, состоят из клеток.

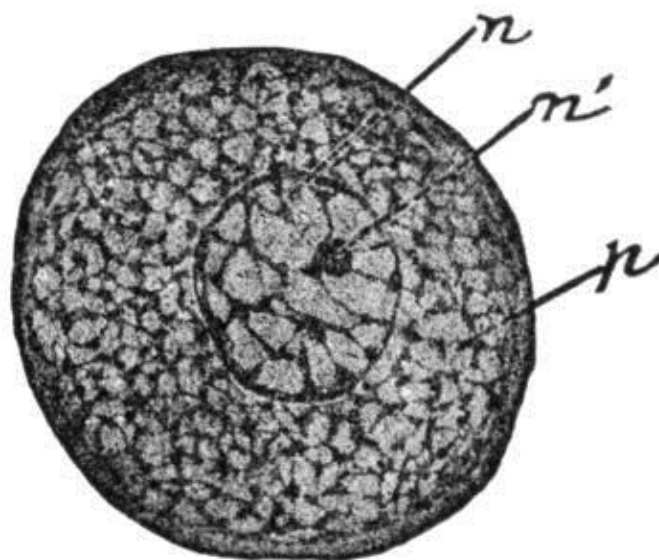


Рис. 7. — СХЕМА КЛЕТКИ.

p, протоплазма; *n*, ядро; *n'*, ядрышко.

Живая клетка всегда содержит еще более мелкое тело, называемое ядром ([рис. 7](#)). Иногда в ядре находится небольшая точка, называемая *ядрышком*. Основная часть клетки

состоит из живого вещества, называемого **протоплазмой**, содержащего азот. Обычно, но не всегда, вокруг клетки находится стенка, называемая *клеточной стенкой*. Работники, использующие микроскоп, давно обнаружили, что животные и растения состоят из маленьких камер, которые они назвали клетками. Позже было обнаружено, что мягкое содержимое маленьких камер имеет большее значение, чем стенки, которые протоплазма строит вокруг себя. Живая клетка не похожа на ячейку в соте или тюрьме. В биологии мы определяем клетку как *кусочек протоплазмы, содержащий ядро*. Ни одна более мелкая часть живой материи не может жить самостоятельно. Протоплазма ядра называется нуклеоплазмой, остальная часть протоплазмы называется цитоплазмой.

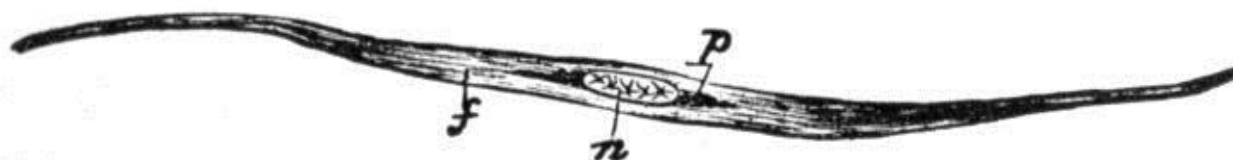


Рис. 8. Клетка (из произвольной мышцы), настолько тонкая, что ее называют *волокном*.

Волокно имеет форму нити и представляет собой либо тонкую клетку ([рис. 8](#)), либо тонкий ряд клеток ([рис. 10](#)), либо ветвь клетки. **Ткань** определяется как *сеть волокон или масса похожих клеток, служащих одной и той же цели* или выполняющих одну и ту же работу. *Мембрана* — это тонкая листовидная ткань.

Природа человеческого тела. Человеческое тело — это *сообщество клеток*, которое можно сравнить с сообществом людей. Это густонаселенное сообщество, поскольку все его граждане живут бок о бок, выполняя свою работу. Они настолько малы, что для образования линии длиной в один дюйм требуется несколько сотен таких клеток. Без микроскопа мы бы никогда не догадались о существовании клеток, но теперь мы знаем, что они питаются, дышат, работают и делятся на молодые клетки, которые заменяют старые.

Ребенок, родившийся в **сообществе людей**, может стать железнодорожником и перевозить продукты питания и другие грузы из одного места в другое; так и в большом **сообществе клеток** (см. [рис. 9](#)), составляющих человеческое тело, *красные кровяные клетки*, как и *железнодорожники*, заняты перевозкой веществ из одного места в другое. Но это сообщество старомодно, потому что граждане строят каналы вместо железных дорог для своей торговли (см. рис. 84). Так же как ребенок может вырасти и стать *фермером*, помогая превращать сырую почву в вещи, пригодные для использования человеком, так и *пищеварительные клетки* берут пищу, которую мы едим, и превращают ее в материал, с помощью которого клетки могут строить ткани. Некоторые жители сообщества должны иногда выступать *в роли солдат* и полицейских и защищать сообщество от нападений врагов. Уже упомянутые *белые кровяные клетки* можно назвать солдатами, поскольку они отправляются в любую часть тела, подвергшуюся нападению вредных микробов, частиц яда или других врагов, и пытаются уничтожить врагов, поглощая или переваривая их. В других случаях они помогают восстанавливать повреждения кожи. Если в кожу попадает заноза, белые кровяные тельца образуют вокруг нее белый гной и удаляют ее. Фактически, белые кровяные тельца называют *«мастерами на все руки»*. В человеческом сообществе есть определенные люди, которые занимают должности *учителей, законодателей и правителей*; они обучают и направляют других членов сообщества. Точно так же в сообществе клеток есть определенные клетки, называемые *нервными клетками* (см. [рис. 11](#)), которые выполняют функцию управления и руководства другими клетками. Нервные клетки наиболее многочисленны в головном мозге. В больших городах должны быть *мусорщики*. Точно так же в человеческом теле, сообществе, состоящем из миллионов клеток, есть определенные *клетки в коже и почках*, которые выполняют эту функцию. Они постоянно удаляют примеси из организма.^[4]

^[4] Из книги Коулмана «Гигиеническая физиология», The Macmillan Co., Н.Й.

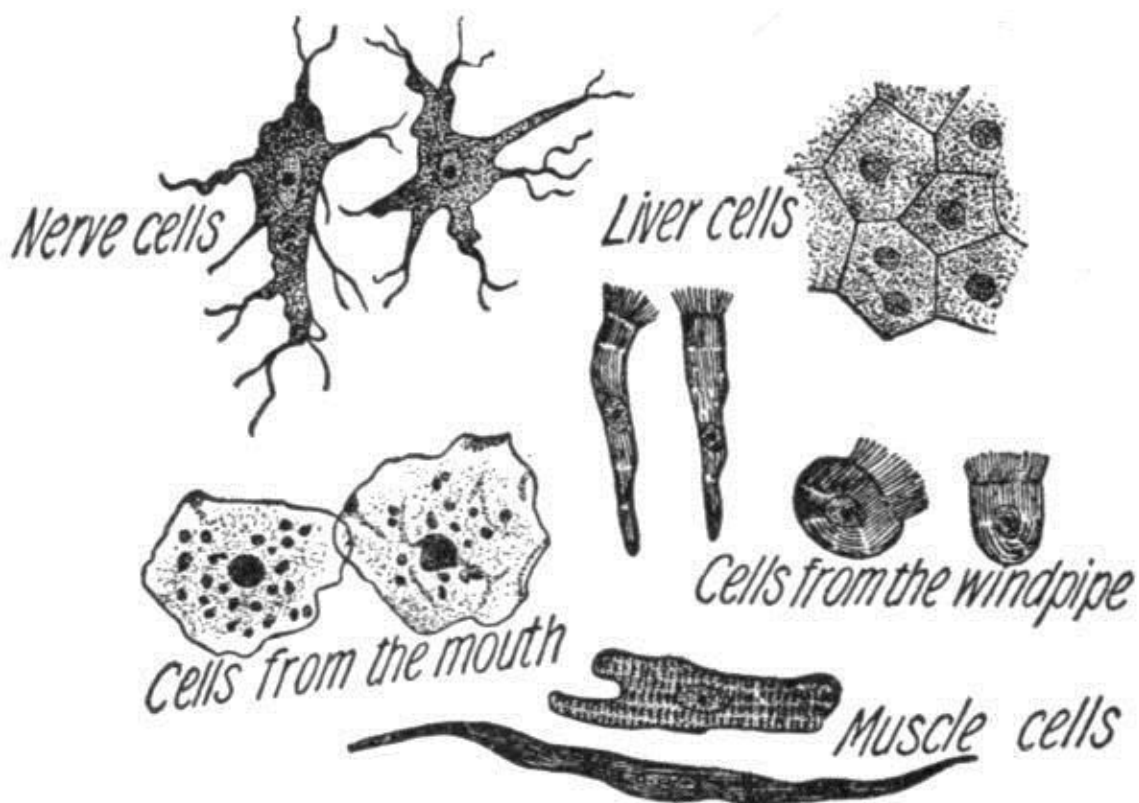


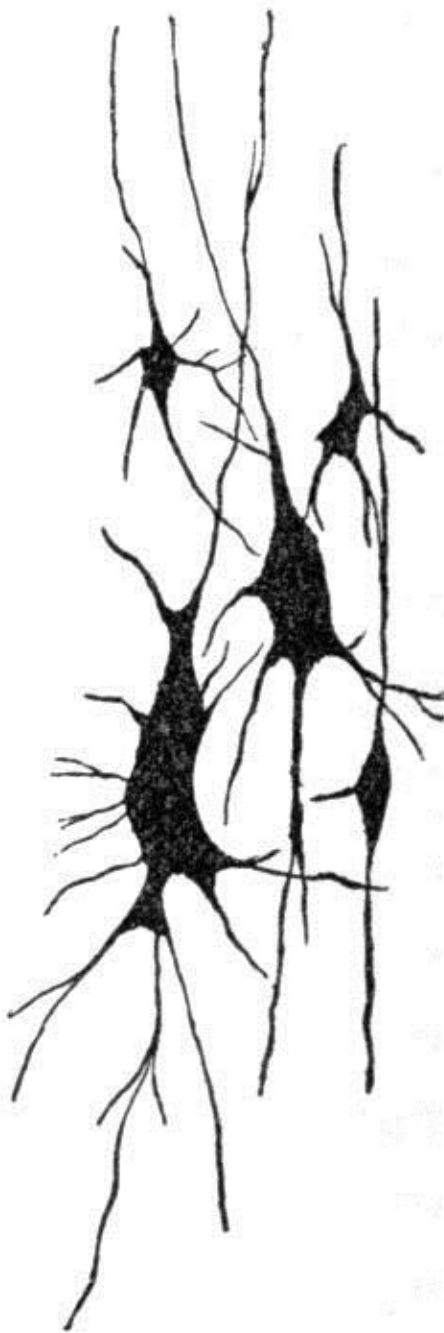
Рис. 9. — Различные клетки организма. (Jegi.) Крошечные граждане организма.

Разделение труда. — То, что каждая клетка человеческого тела *выполняет свою особую функцию*, а не должна делать *все сама*, как это приходится делать каждой клетке амебы, дает огромное преимущество. *В рамках этой системы каждая клетка может выполнять свою работу лучше, чем это может сделать клетка любого другого типа.* Среди диких племен разделение труда практически отсутствует. Каждый мужчина изготавливает свое оружие, каждый умеет ткать грубую ткань, готовить, возделывать землю и т. д. У дикарей нет такого хорошего оружия, как у людей, которые поручают изготовление оружия определенным людям, для которых это является специальным занятием. Какие, по-вашему, были бы у мальчиков в этой стране карманные ножи или карандаши, если бы каждый мальчик должен был изготавливать свой карманный нож или карандаш? Какие ножницы и нитки были бы у девочек, если бы каждая девочка должна была изготавливать их сама? Наши мышечные клетки могут сокращаться лучше, чем амеба; клетки в легких могут поглощать кислород лучше, чем амеба. Мы имеем такое же преимущество в пищеварении, ощущениях и других процессах, поскольку амеба ест без рта, переваривает пищу без желудка, ощущает без нервов, дышит без легких и движется без мышц. Разделение труда между полами также имеет место среди высших животных. Те, кто желает, чтобы мужчины и женщины имели одинаковое образование и работу, нарушают биологический закон «прогресса через специализацию», что может привести только к дегенерации расы.

Часть тела, которая несколько отличается от окружающих частей и выполняет особую работу, называется **органом**; особая работа, которую выполняет орган, называется его **функцией**. Глаз — это орган зрения. Кожа — это орган; ее функция — защищать тело. В этой книге будут рассмотрены (1) строение, внешний вид и положение каждого органа, или **анатомия**; (2) функция каждого органа, или **физиология**; (3) состоянии здоровья каждого органа, или **гигиене**; (4) условиях, в которых каждый орган работал в первобытной жизни расы; (5) последствиях изменения окружающей среды; (6) анатомии человека по сравнению

с низшими животными. (5) относится к науке **экологии**. Эти науки являются частями науки **биологии**.

Рис. 10. Три мышечных волокна сердца (с я



НЫЕ КЛЕТКИ с переплетением их отростков.

Ткани. Поскольку органы структуру, чтобы быть приспособлены для дымохода, через детали, так и в организме есть могут быть построены как м работа клеток заключается в постоянно происходят изменения; бережливые маленькие одна частица удаляется, на действуя как гробовщики, ун строители заполняют пустые м

Семь типов тканей. Существуют ткани, называются *главными* и организма. Остальные пять тк снабжают энергией главные т

Основные ткани. Мышечная в ряд ([рис. 10](#)). Эти клетки обл . . . при стимуляции импульсами от нервных клеток.

они должны иметь разную ак же как в доме должны быть бы скрепить брусья и другие дие разные функции. Кости не ть похожи на кожу. Основная гановлении. В течение жизни бочие следят за каждой частью восстановлением. Как только одном направлении клетки, том направлении невидимые

из них, мышечная и нервная элируют и расходуют энергию *щими тканями*, поскольку они , питают и защищают.

рядов клеток, расположенных ом становиться шире и короче

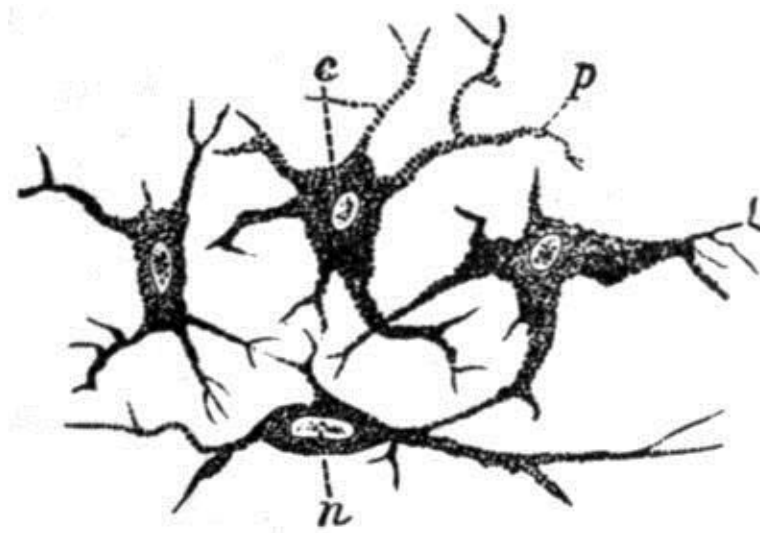


Рис. 12. Клетки соединительной ткани, извлеченные из волокон [рис. 13](#).

п, с, ядро; р, ветви.

Нервная ткань состоит из клеток с длинными ветвями, похожими на паутину ([рис. 11](#)). Некоторые нервные клетки имеют ветви длиной в несколько футов, настолько длинные, что проходят от позвоночника до стопы. Ветви называются *нервными волокнами* (рис. 142). Нервные волокна, которые передают импульсы к нервным клеткам, называются *сенсорными волокнами*. Нервные волокна, которые передают импульсы *от* нервных клеток, называются *моторными волокнами*. Органы приводятся в действие импульсами, проходящими по моторным волокнам. Помимо этих двух основных тканей, существует пять **поддерживающих тканей**.

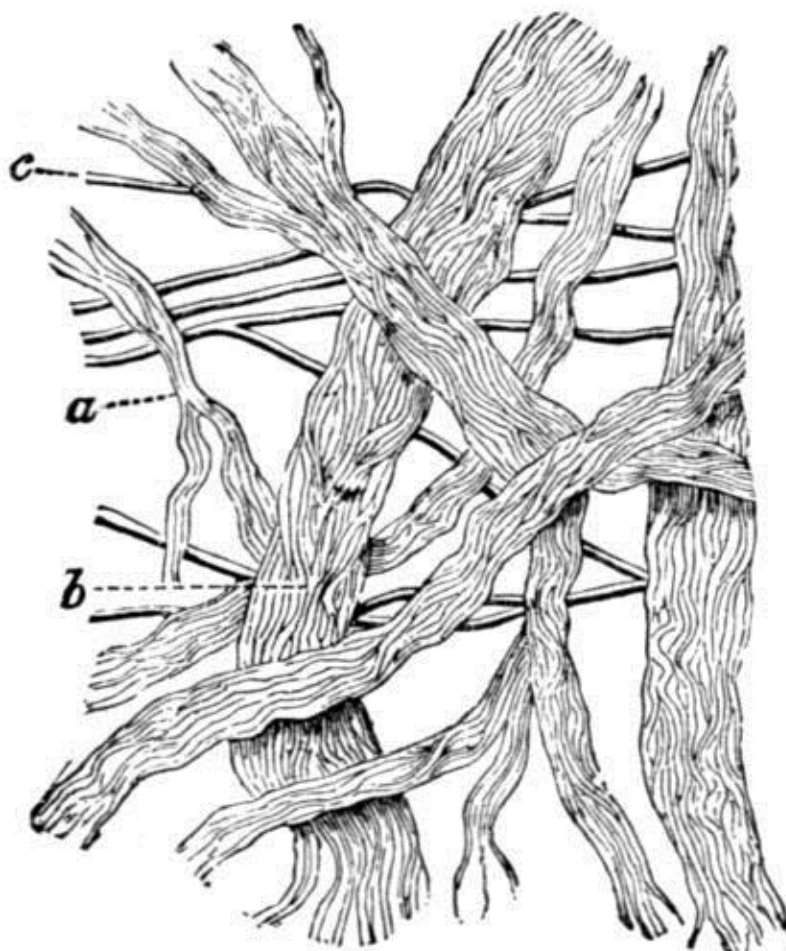


Рис. 13. — Волокна соединительной ткани.

a, b — пучки белых волокон; c — желтое волокно.

Соединительная ткань, как и все другие ткани, *содержит клетки* (см. [рис. 12](#)), но в основном состоит из тонких волокон. Эти волокна бывают двух видов: очень тонкие *белые волокна, которые неэластичны*, и более крупные *желтые волокна, которые очень эластичны* (см. [рис. 13](#)). Соединительная ткань находится в каждом органе, связывая между собой другие ткани и клетки. Она переплетена между мышечными клетками, а сухожилия на концах мышц состоят почти полностью из нее. Если бы все другие ткани были удалены, соединительная ткань все равно дала бы идеальную модель всех органов. О том, насколько обильна эта ткань в коже, можно судить по тому факту, что кожа состоит полностью из нее.

Жировая (адипозная) ткань. Жировая ткань образуется в *результате отложения жира в клетках соединительной ткани* (см. [рис. 14](#)). Жир удерживается в сетке волокон соединительной ткани. То, что жировая ткань состоит не только из жира, но и из волокон, видно из того, что при переработке свиного жира в сало остаются некоторые жесткие части, называемые «шкварками». В чем разница между говяжьим жиром и животным жиром?

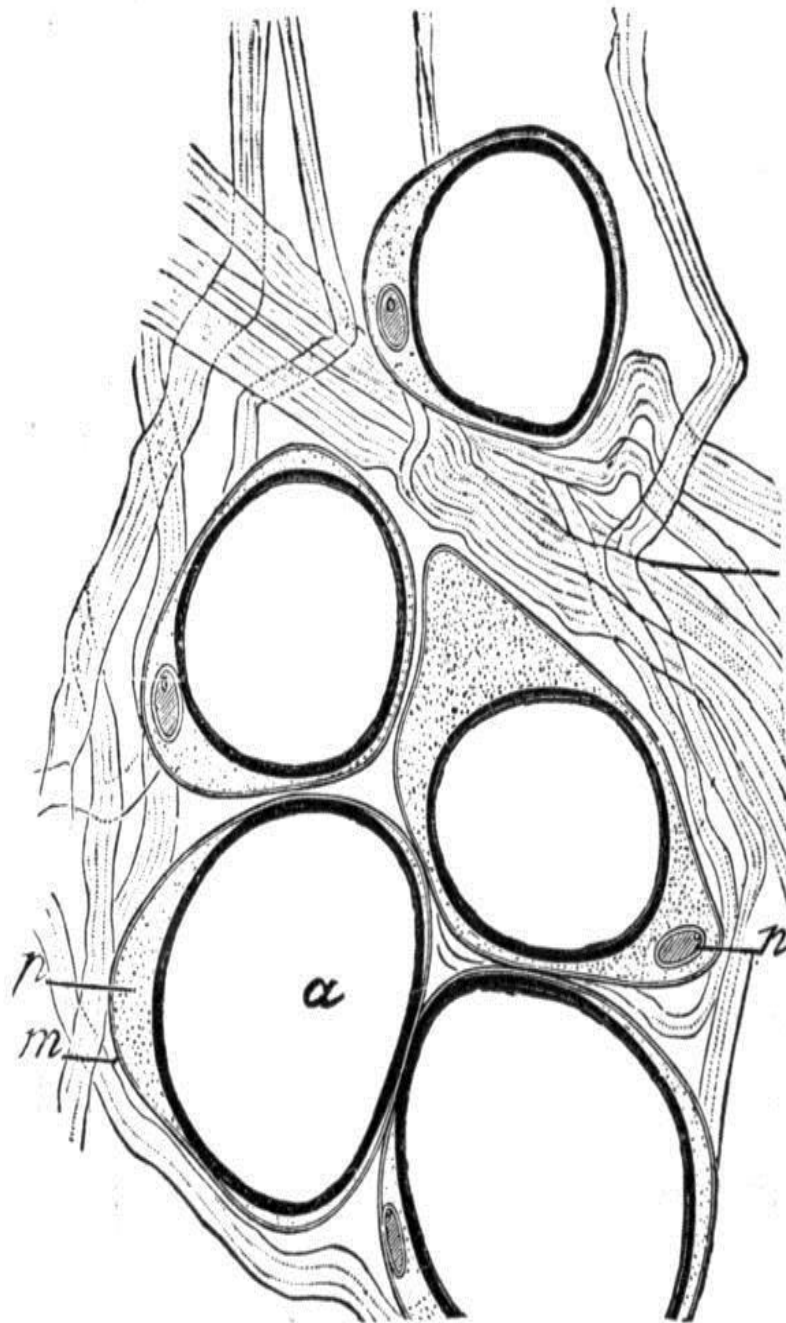


Рис. 14. Жировая ткань. Пять жировых клеток, удерживаемых пучками волокон соединительной ткани.

a — большая капля жира; *m* — клеточная стенка; ядро (*n*) и протоплазма (*p*) отодвинуты каплей жира (*a*).

Эпителиальная ткань состоит из одного или нескольких слоев отдельных клеток, плотно прижатых друг к другу (см. [рис. 15](#)). Она не содержит соединительной ткани или других волокон и является самой простой из тканей. Эпителиальная ткань образует внешний слой кожи, называемый *эпидермисом*, и слизистую оболочку, выстилающую внутреннюю часть тела. Она не содержит кровеносных сосудов, *эпителиальные клетки получают питание из водной части крови*, которая проникает через подлежащие ткани (). Эпителиальные клетки обычно прозрачны; например, кровь видна под слизистой оболочкой губ. Ногти на пальцах рук состоят из эпителиальных клеток и почти прозрачны.

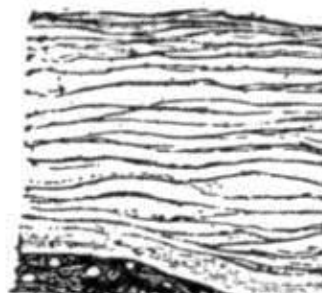


Рис. 15. Эпителиальная ткань (эпидермис кожи,

Рис

си, образующие две железы в стенке желудка.

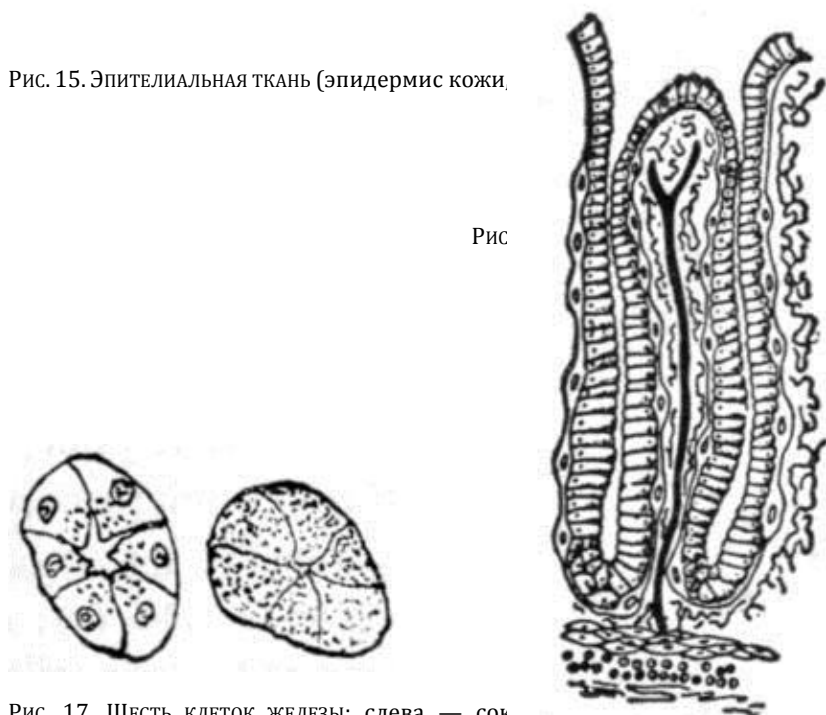


Рис. 17. Шесть клеток железы: слева — со-
гранулами.

права — в состоянии покоя, заполненные

Существует *два класса* эпителиальных клеток: один класс образует *защитные покрытия* ([рис. 15](#)), другой класс образует выстилку **желез** ([рис. 16](#)). Железы — это полости, выстилка эпителиальных клеток которых ([рис. 17](#)) образует либо полезные жидкости, называемые *секретами*, которые помогают организму в его работе, либо вредные жидкости, называемые *экскретами*, которые должны быть выведены из организма. Большинство желез выделяют свои жидкости через трубки, называемые *протоками*.

Хрящевая ткань прочная, но эластичная. Хрящ или хрящевая ткань легко прощупывается в ушах, трахее и нижней половине носа. Эта ткань состоит из *хрящевых клеток, погруженных в межклеточное вещество, через которое проходят волокна соединительной ткани* (см. [рис. 18](#)). Если преобладают желтые волокна, хрящ имеет желтый цвет и очень эластичен, как в ухе; если преобладают белые волокна, он белый и менее эластичный, как в хрящевых прокладках между костями позвоночника. Хрящ служит для предотвращения сотрясений и, в подвижных суставах, для уменьшения трения.

Костная ткань (Osseous Tissue). Под микроскопом видно, что твердая кость содержит множество мелких полостей () ([рис. 19](#)). В этих полостях *костные клетки* заключены в *каменные стенки*, поскольку эти клетки сформировали кость, отложив вокруг себя известняк и фосфат извести. Однако существуют *крошечные каналы* (3, [рис. 19](#)), через которые к клеткам поступает питание. Водная часть крови проходит через эти маленькие каналы из кровеносных сосудов, которые протекают через *более крупные каналы* (1, [рис. 19](#)). Костные клетки могут жить годами, хотя некоторые другие клетки организма живут всего несколько часов.

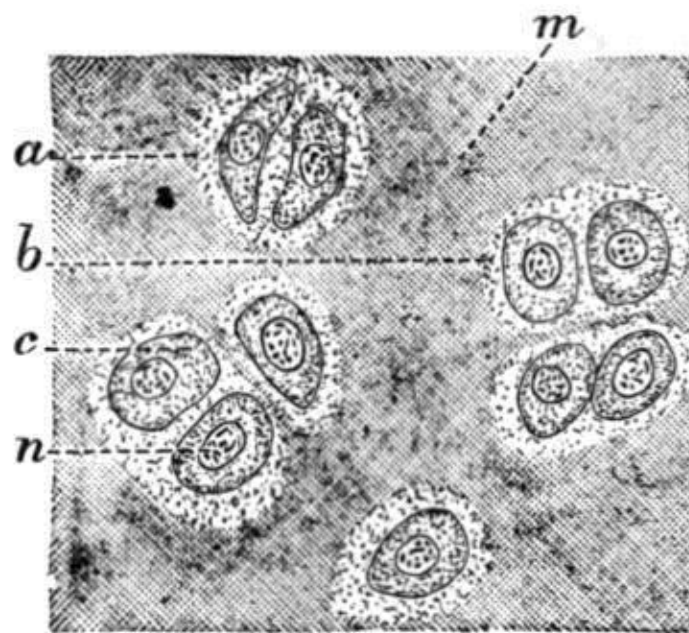


Рис. 18. Хрящевая ткань. Тонкий срез с большим увеличением.

a, b, c — группы клеток; *m* — межклеточное вещество.

Новые клетки для восстановления тканей образуются путем деления клеток, как у амёбы. В отличие от простейших, многоклеточные животные смертны, потому что наружные клетки мешают более глубоким клеткам полностью очищаться и получать чистую пищу и кислород. Даже артерии пожилого человека затвердевают из-за отложения минеральных веществ, которые организм не смог вывести.



Рис. 19. Костная ткань. Тонкий срез кости, вид через микроскоп.

Более крупные кровеносные сосуды проходят через большие отверстия (1); полости, содержащие костные клетки, расположены по кругу и соединены тонкими трубочками (3) с более крупными сосудами.

Тело поддерживается в живом и теплом состоянии за счет сжигания, или окисления. Пятая часть воздуха состоит из кислорода. Мы вдыхаем его каждую минуту нашего существования. Он переносится кровью ко всем тканям. Ни одна из клеток не может функционировать без кислорода. Без него тело быстро охладилось бы и умерло, поскольку кислород поддерживает тело в живом и теплом состоянии, соединяясь в клетках с сахаром, жиром и всеми другими веществами в организме, кроме воды и соли. Кислород сжигает или потребляет вещества, с которыми он соединяется, и этот процесс называется *окислением*. Поэтому клетки должны постоянно расти и размножаться, чтобы восстанавливать ткани и заменять вещества, израсходованные в процессе окисления. Сахар, мука и жир окисляются, или сгорают, как вне организма, так и внутри него, что можно доказать, бросив их в огонь. Вода и соль — два продукта, которые не горят. Следовательно, они не могут давать теплу или энергии организму. Вода тушит огонь, а не помогает ему, то же самое делает соль. Бросьте соль в огонь или на плиту; она будет потрескивать, как песок, но не будет гореть.

Клетки нуждаются в кислороде свежего воздуха; им нужна пища, с которой кислород может соединяться, но *они повреждаются многими веществами, называемыми ядами*. Мышьяк разрушает красные кровяные клетки. Стрихнин поражает нервные клетки спинного мозга. Алкоголь поражает эпителиальные клетки, выстилающие желудок, а когда он всасывается, поражает нервные и другие клетки. Морфин поражает нервные клетки.

Письменные упражнения. Нарисуйте серию из семи картинок, чтобы показать семь типов тканей ([рис. 10, 14, 15, 18, 19](#)). Напишите «Автобиографию» лейкоцита (см. также [страницы 59 и 68](#)). Вознаграждение за заботу о здоровье. Здоровье и характер. Что важнее: глубокие знания по географии или по физиологии? Пять вещей, которые люди ценят выше здоровья (и теряют здоровье, чтобы их получить). Благословения, которые приносит хорошее здоровье. Сравнение тканей (функция, пропорция клеток, межклеточное вещество и волокна, активность, скорость изменений).

См. также [страницы 50, 116](#). Учащиеся должны выбрать темы самостоятельно.

ГЛАВА II

КОЖА

Примечание для учителя. Эксперименты следует назначать ученикам по очереди по мере изучения каждой главы: например, этот набор из 13 экспериментов позволит 3 ученикам из класса из 39 отвечать за каждый эксперимент. Каждый ученик должен выполнять работу отдельно, и за лучшие результаты можно поставить оценку. Поощряйте (или требуйте) от каждого ученика пробовать каждый эксперимент и записывать их в тетрадь.

Эксперимент 1. (Дома или в классе.) **Альбинизм.** Изучите белого кролика как пример альбинизма. Альбинизм влияет только на кожу? Какие доказательства того, что его кровь имеет нормальный цвет?

Эксперимент 2. **Использование волос на коже.** — Пусть один ученик положит руку на стол позади себя, а другой прикоснется карандашом к волосу на его руке. Он должен сказать, почувствовал ли он это. Увеличивают ли волосы чувствительность кожи? Какое значение они имели для первобытных людей? У всех ваших знакомых руки одинаково волосатые? Можно ли считать волосы рудиментарными? Исчезнут ли они? Станет ли человечество лысым?

Эксперимент 3. (Дома или в школе.) **Невидимый пот.** — Поднесите кусок холодного стекла к руке или приложите щеку к холодному оконному стеклу и обратите внимание на наличие влаги. Ее источник?

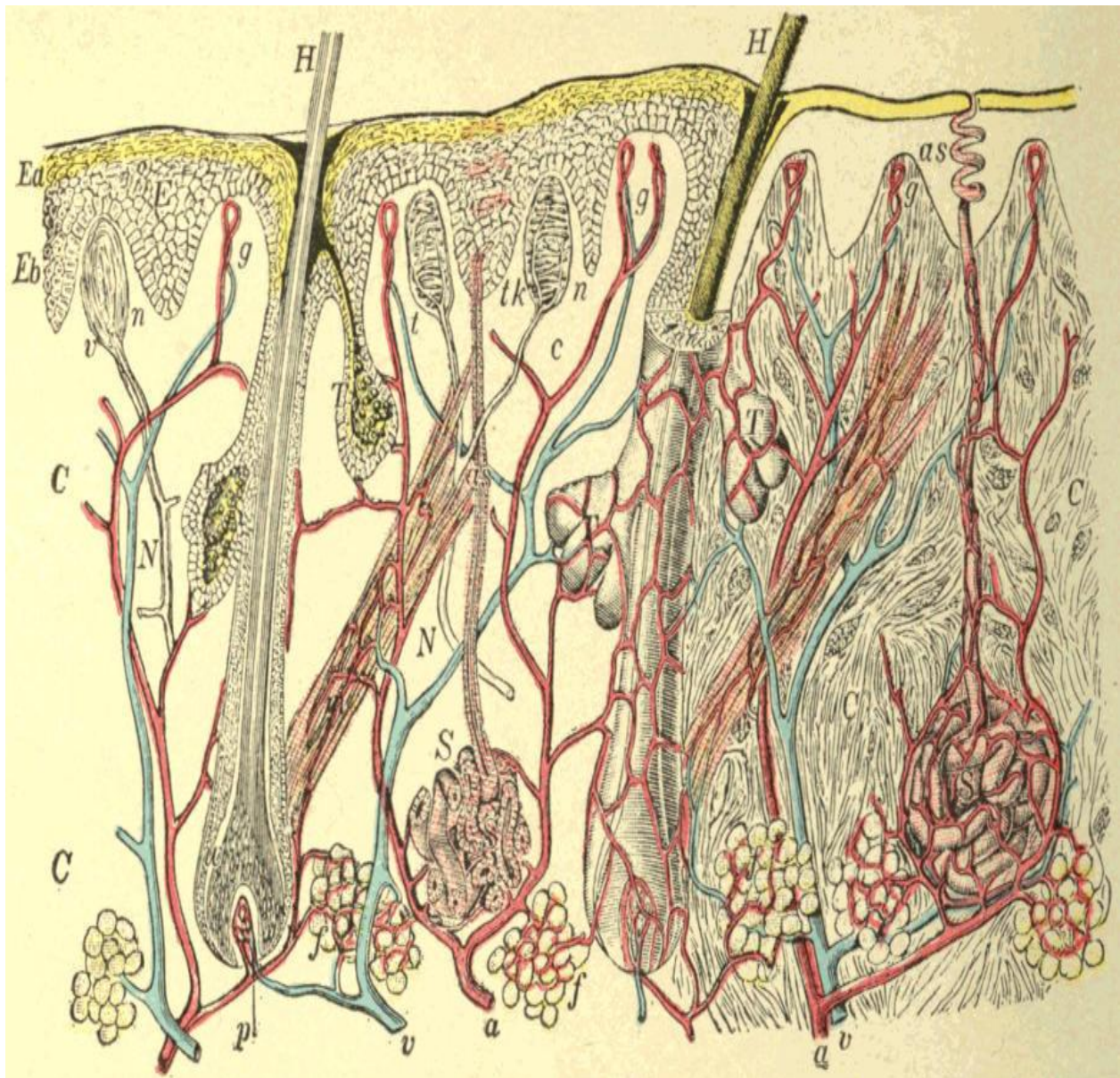
Эксперимент 4. — **Влияние испарения на температуру.** — Прочитайте показания термометра и накройте его колбу влажной тканью. Через двадцать минут прочитайте показания снова. Повторите эксперимент на ветру.

Эксперимент 5. Увлажните одну руку и дайте ей высохнуть. Прикоснитесь ею к другой руке. Объясните результат.

Эксперимент 6. **Впитывающая способность тканей.** Намочите руки и высушите их на куске хлопчатобумажной ткани. Повторите с шерстью, льном и шелком. Составьте список в порядке готовности впитывать воду.

Эксперимент 7. **Скорость высыхания.** Погрузите ткани в воду и повесьте их сушиться. Проверьте скорость их высыхания с помощью сухого порошка или на ощупь.

Эксперимент 8. **Проверьте рыхлость плетения** вышеуказанных тканей, измерив расстояние, на которое растягиваются кусочки одинаковой длины.



Цветная иллюстрация 1. — Срез кожи (схема, увеличенная в 25 раз). Слева показаны волокна соединительной ткани истинной кожи.

В коже (с), или дерме, найдите капилляры, нервные волокна, жировые клетки, *две* потовые железы и протоки, *четыре* сальные железы (две в разрезе), *два* волоса, *три* нервных сосочка, *пять* сосочков, содержащих капилляры, *две* мышцы для поднятия волос. В эпидермисе найдите плоские клетки, круглые клетки и пигментные клетки.

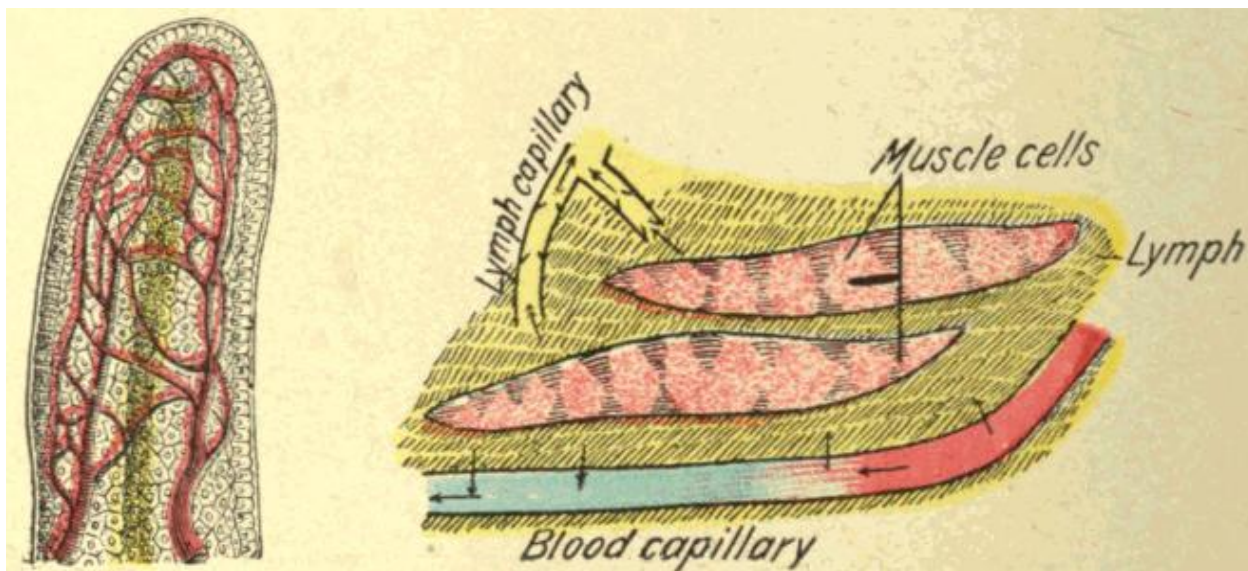
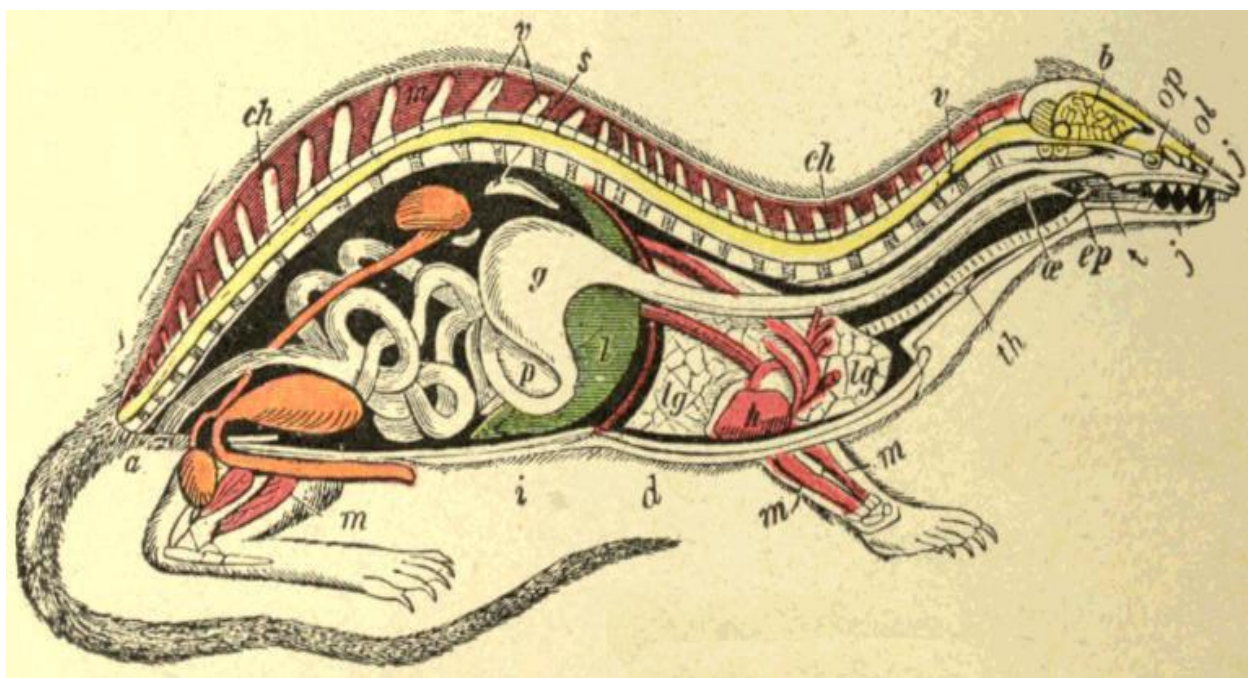


Рис. 2. — Место всасывания пищи (ворсинки кишечника).

Рис. 3. — Место использования пищи (клетки с лимфатическими пространствами).



Рис. 4. — Идеальный срез млекопитающего.
Сравните с органами человека ([цветной рис. 6](#)).



j, *j*, челюсти; *ol*, обонятельный нерв; *or*, зрительный нерв; *b*, мозг; *t*, язык; *ep*, надгортанник; *oe*, пищевод; *th*, вилочковая железа; *lg*, легкое; *h*, сердце; *l*, печень; *g*, желудок; *s*, селезенка; *p*, поджелудочная железа; *k*, почка; *d*, диафрагма; *m*, мышца; *u*, мочевого пузырь; *ch*, спинной мозг; *v*, позвонки.

Эксперимент 9. Что лучше защищает от теплового излучения: хлопок или шерсть? — Поместите термометр на солнце на десять минут, сначала накрыв его шерстяной тканью. Запишите изменение показаний. После того как показания вернутся к исходному значению, повторите эксперимент, накрыв термометр хлопковой тканью того же веса и текстуры. Вывод? Подвергните запястья или руки воздействию солнца в течение пяти минут, одно из них защитив хлопком, другое — шерстью. Результат? Вывод?

Эксперимент 10. Скорость поглощения и излучения тепла разными цветами. — Подвергните термометр воздействию солнечного света, последовательно накрывая его кусочками ткани одинаковой толщины, материала и текстуры. Используйте черную, синюю, красную, желтую и белую ткань. Запишите повышение температуры за одинаковое время в каждом случае, а также понижение температуры за одинаковое время после перемещения в тень.

Эксперимент 11. Воздействие сухих порошков. — Подготовьте два квадрата из одного и того же куска кожи (например, старой обуви). Увлажните их оба и нанесите на один из них пудру для лица. Какой из них высохнет быстрее? Повторите эксперимент после смазывания их маслом. Ежедневно в течение недели наносите пудру на часть лица или руки и сравнивайте с чистой частью.

Эксперимент 12. Вскройте почку быка или овцы, выделив части, упомянутые в тексте, [стр. 26](#).

Эксперимент 13. (В классе.) **Учения по оказанию первой помощи.** — Попросите одного ученика смочить воображаемый ожог на руке другого, обработать его мукой или содой и наложить повязку. (См. [текст](#).)

Кожа состоит из двух слоев. — Внешний слой называется *эпидермисом*; он *тоньше, прозрачнее и менее эластичен*, чем внутренний слой, или *дерма*. Эпидермис состоит из плотно сгруппированных эпителиальных клеток (см. [цветную рис. 1](#)).

Дерма, или **внутренний слой**, представляет собой плотно сплетенный слой *соединительной ткани* ([цветная рис. 1](#)), содержащий большое количество *потовых и сальных желез, корни волос, кровеносные сосуды, всасывающие сосуды* (лимфатические) и *нервы* ([цветная рис. 1](#)). Дерма иногда называется истинной кожей, поскольку она имеет большее значение, чем эпидермис. Она слабо связана с нижележащими органами слоем соединительной ткани. Именно в этом слое накапливается жир. Верхняя поверхность дермы поднимается в виде множества выпячиваний (см. [цветную рис. 1](#)), называемых *сосочками* (единственное число — *сосочек*). Эпидермис плотно прилегает к ним и полностью выравнивает пространства между ними, за исключением ладоней и подошв. Здесь сосочки расположены рядами (), и над каждым рядом сосочков на коже имеется тонкий гребень () ([рис. 24](#)). В сосочках находятся небольшие петли кровеносных сосудов, а иногда и нервные волокна ([цветная иллюстрация 1](#)).



Рис. 20. Эпидермис эфиопского вида.

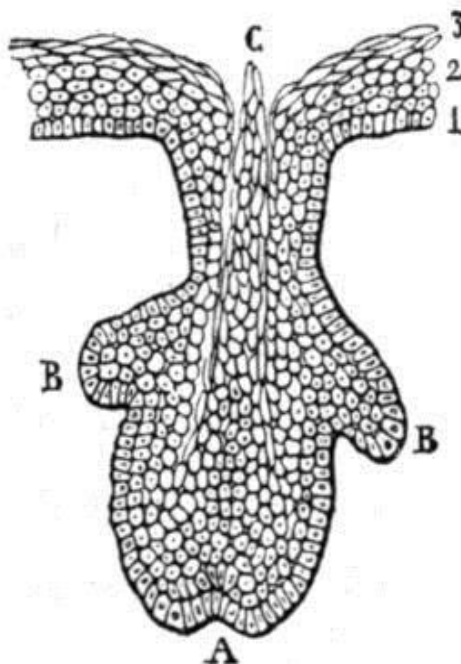


Эпидермис состоит из множества клеток, скрепленных между собой веществом, напоминающим яичный белок. Клетки, расположенные ближе к поверхности, твердые и уплощенные; клетки, расположенные глубже, ближе к дерме, круглые и мягкие (см. [рис. 21](#)). Эти клетки являются живыми. Они поддерживаются в живом состоянии питательными веществами, содержащимися в водной части крови, которая проникает из кровеносных сосудов в соседних сосочках. Таким образом, эти клетки являются растущими клетками; они делятся, когда достигают определенного размера, и заменяют те, которые изнашиваются на поверхности, тем самым постоянно восстанавливая эпидермис. Сухие наружные клетки быстро изнашиваются. Они не имеют ядер и являются мертвыми клетками. Новые клетки, образующиеся под ними, отталкивают их так далеко от дермы, что питательные вещества больше не достигают их, и они умирают.

Пигмент. Клетки в нижних слоях эпидермиса содержат зерна красящего вещества, или пигмента. Все остальные клетки эпидермиса прозрачны; пигмент имеет функцию поглощения и задерживания света. Альбиносы или животные, полностью лишённые пигмента, имеют бледную кожу и розовые глаза ([эксперимент 1](#)).

Иммигранты из облачного климата в солнечный. Адаптация. Клетки более глубоких тканей могут легко истощаться под воздействием слишком сильного света. Чем солнечнее климат, тем больше потребность в пигменте; отсюда темная кожа негров и светлая кожа и волосы норвежцев. Европейские иммигранты в солнечную Америку становятся более смуглыми. Кожа индейцев лучше приспособлена к нашему климату, чем светлая кожа. Брюнетки имеют больше шансов на адаптацию, чем блондинки. Американский тип, когда он сформируется, будет, без сомнения, брюнеткой.

Волосы растут из луковицы или фолликула ([рис. 22](#)). К корню или луковице, из которой растет волос, подходят кровеносные сосуды и нервные волокна. Волос будет расти до тех пор, пока эта папилла, или луковица, не будет разрушена ([эксперимент 2](#)).



Адаптация кожи головы к плотному теплomu покрытию осуществляется путем выпадения волос, которые становятся бесполезными из-за покрытия. Невозможно остановить рост лишних волос, если не уничтожить волосные папиллы с помощью электрической иглы, настолько велика жизнеспособность волос; однако многие мужчины, перегревая голову и перекрывая кровообращение плотными шляпами, уничтожают большую часть волос еще до достижения среднего возраста. Здоровье волос можно восстановить и остановить их выпадение, ходя без головного убора, за исключением жаркого солнца или крайне холодной погоды. Это освобождает кровообращение; холодный воздух и свет стимулируют клетки кожи головы. Некоторые мужчины носят шляпы даже ночью летом. Мозг нуждается в защите волос. Борода защищает гортань или голосовой аппарат, который у мужчин большой и открытый. Она также служила защитой при охоте на диких зверей и на войне. Сравните гриву льва, которой не обладают львицы. «Гусиная кожа» после холодного купания вызвана сокращением мелких мышц ([цветная рис. 1](#)), поднимающих теперь крошечные волоски в абсурдной и бесполезной попытке сохранить тепло тела.

Ногти представляют собой плотные, толстые пластинки эпидермиса, растущие из ряда папилл, расположенных в бороздке или складке кожи; вдоль ложа, из которого растет ноготь, находится множество мелких папилл. Поскольку ноготь растет как с нижней стороны, так и из небольшой складки кожи у его корня, он толще на конце, чем у корня.

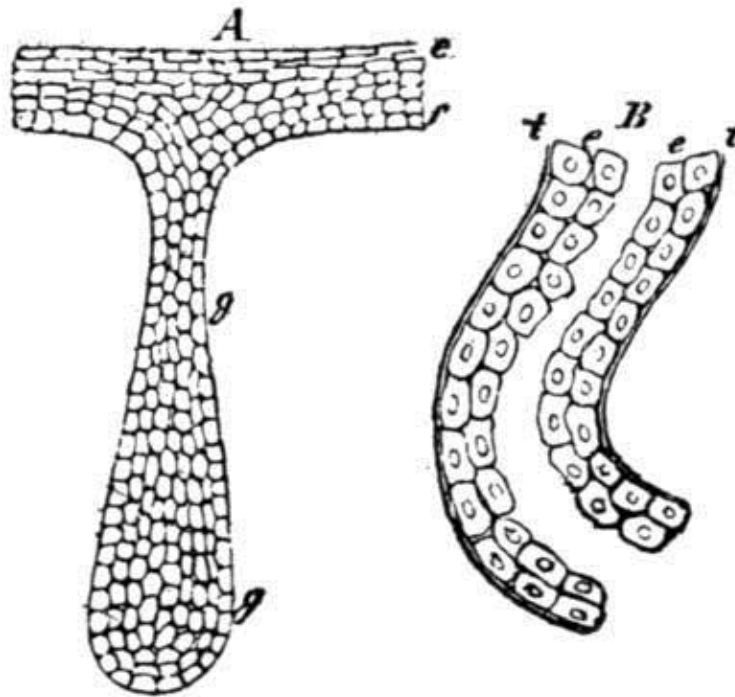


Рис. 23. — А, Развитие потовой железы; В, Развита потовая трубка.

Сальные железы впадают в волосные фолликулы ([цветной рис. 1](#)). Они образуют из крови масло, которое *сохраняет блеск волос и делает поверхность кожи мягкой и эластичной*, предотвращая чрезмерное высыхание. Ни в коем случае нельзя использовать масло для волос, так как оно быстро прогоркает, а кроме того, притягивает к волосам пыль и грязь.

Потовые железы ([рис. 23](#)), как и волосные луковицы, находятся глубоко в нижней части дермы. *Потовая железа имеет форму трубки, свернутой в клубок* ([цветной рис. 1](#)). Эта трубка продолжается в виде протока через два слоя кожи, и ее отверстие на поверхности называется *порой* ([рис. 24](#)). Пот испаряется так же быстро, как и вытекает через поры, если секреция происходит медленно; но если он выделяется быстро, то собирается в капли ([эксперимент 3](#)). Пот состоит в основном из воды, содержащей в растворе несколько солей, в

том числе поваренную соль и следы белого кристаллического вещества, называемого *мочевинной*. Материал для пота поставляется кровью, протекающей вокруг железы по сети тонких трубочек. Количество пота регулируется двумя способами: *нервами, которые регулируют активность эпителиальных клеток, выстилающих железу*, и *нервами, которые регулируют размер кровеносных сосудов, снабжающих железу* ([рис. 25](#)).

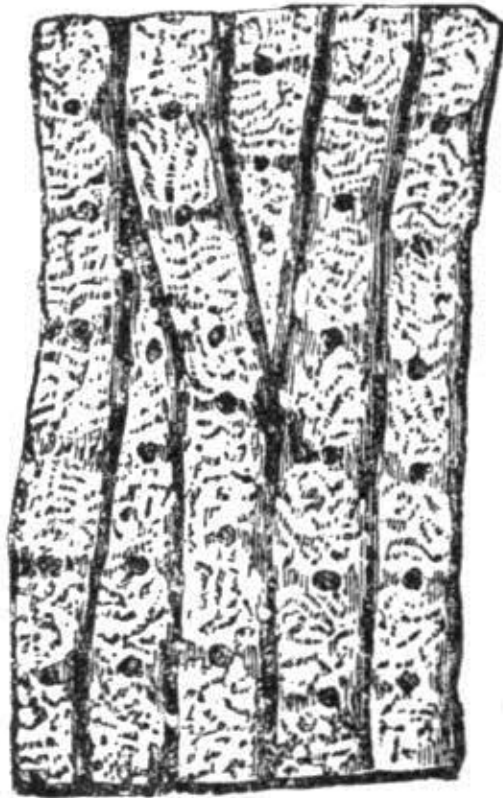


Рис. 24. Пores на бороздках ладони.

Вопросы для размышления. **Веснушки, бородавки, родинки, шрамы, гранулемы, прыщи, угри.** Используйте эти названия в соответствующих местах ниже:

Неровное выпячивание, образованное несколькими папиллами, прорастающими через эпидермис в слабом месте и увеличивающимися, называется _____. Небольшие пятна пигмента, появляющиеся на руках и лице в результате длительного пребывания на солнце, называются _____. Рост открытой дермы, прорастающей через отверстие в эпидермисе в результате несчастного случая, называется _____. (Его следует соскоблить и прижечь, чтобы помочь эпидермису снова отрасти над ним). Иногда порез заживает таким образом, что эпидермис и, следовательно, пигментные клетки не покрывают место повреждения, которое занимает только белая волокнистая ткань (рубцовая ткань) истинной кожи. В этом случае оставшийся след называется рубцом или _____. Если поры или отверстия сальных желез забиваются, но не увеличиваются, могут образоваться небольшие припухлости, называемые _____. Увеличенная пора, заполненная жиром и грязью, называется _____. Пятно, присутствующее с рождения, темное с пигментом и часто содержащее волосы и кровеносные сосуды, называется _____.

Регулирование температуры. Как хорошо известно, быстрый бег или любые интенсивные физические упражнения вызывают обильное потоотделение. Потовые железы связаны с мозгом посредством нервов, и когда тело перегревается, *нервный импульс из нижней части мозга заставляет потовые железы быстрее вырабатывать пот*. Тепло и физические упражнения могут вызвать увеличение активности потовых желез в сорок раз по сравнению с обычным уровнем. Испарение пота охлаждает тело, поскольку для испарения небольшого количества воды требуется большое количество тепла

([эксперименты 4](#) и [5](#)). Это подтверждается охлаждающим эффектом, который дает разбрызгивание воды на пол в теплый день. Размахивая веером, мы ускоряем охлаждение тела ([эксперимент 4](#)).

Физические нагрузки, как правило, нагревают тело, но они также *заставляют нас дышать быстрее и вызывают приток крови к коже*. Оба этих эффекта способствуют охлаждению тела, поскольку прохладный воздух поступает в легкие, нагревается и уносит тепло, когда выходит из них, а теплая кровь, протекающая по коже, теряет часть своего тепла при контакте с прохладным воздухом.

Влияние алкоголя на кожу. Чем больше крови поступает к коже, тем больше крови охлаждается. Тело в целом может быть более прохладным, но *мы чувствуем себя теплее, когда в коже больше крови, из-за воздействия теплой крови на нервы*, отвечающие за температуру. Нервы, воспринимающие температуру, есть только в коже и слизистой оболочке, и тело практически не ощущает тепла или холода, кроме как через кожу или слизистую оболочку. Общеизвестно, что алкогольные напитки вызывают покраснение кожи. Часто *кожа краснеет* после одного напитка; красные глаза и пурпурный нос пьяницы являются результатом привычного употребления алкоголя. Можете ли вы объяснить, почему алкоголь вызывает *обманчивое ощущение* тепла? Почему алкоголь увеличивает опасность замерзания при пребывании на очень холодной погоде? Во время озноба, предшествующего лихорадке, тело (за исключением кожи) действительно теплее, чем обычно.

Физические упражнения лучше алкоголя снимают внутреннюю застойную нагрузку и улучшают кровообращение в коже. Именно этого эффекта добиваются малоподвижные люди, которые используют алкоголь вместо физических упражнений. Долгий и печальный опыт человечества с алкоголем доказывает, что попытки приспособить организм к его употреблению следует прекратить.

Вопросы для размышления. **Функции кожи.** 1. Приведите факт, который показывает, что кожа является защитой, выделяет вредные вещества, регулирует температуру. 2. Чего не хватает коже, когда она трескается или обветривается? Почему это чаще происходит в холодную погоду? Когда руки часто моют?

Влияние жизни в помещении и на открытом воздухе. — *Те, кто много времени проводит на открытом воздухе, подвергаясь воздействию солнечного света и чистого холодного воздуха, являются крепкими и выносливыми*, в то время как те, чья профессия заставляет их постоянно находиться в помещении, особенно если их работа не требует физического труда, демонстрируют ослабляющее воздействие такой жизни своей бледной кожей, толстым и дряблым или худым и истощенным телом. Мы являемся потомками предков, которые жили на открытом воздухе, и человеку невозможно жить большую часть времени в помещении без дегенерации тела и сокращения продолжительности жизни.

Хорошо тренированная кожа. Мы много слышим о тренировке мышц, мозга, глаз, рук, но при этом мы не всегда осознаем, что кожа тоже может быть тренирована и ее способности развиты, или же она может стать слабой и бессильной. Здоровье кожи так же важно для здоровья, как и здоровье любого другого органа. Розовый цвет кожи свидетельствует о хорошем здоровье благодаря сбалансированному кровообращению. Бледность часто означает внутреннюю застойную патологию и высокую склонность к расстройствам пищеварения, простудам и т. д. Поэтому мы считаем розовую кожу красивой, а бледную — некрасивой. При здоровом состоянии кожи исчезает опасность заболевания большинством болезней.

Характеристики здоровой кожи. Человек, который легко простужается, постоянно боится сквозняков, имеет слабую кожу. Для человека со здоровой кожей сквозняки опасны только в том случае, если кожа влажная от пота, а тело находится в состоянии покоя; в таком случае холодные сквозняки могут нанести вред. Холодный воздух и холодная вода — лучшие средства для закаливания нежной кожи. *Ванна для кожи — то же, что гимнастические упражнения для мышц*. Мышечные волокна в стенках кровеносных сосудов и нервы, которые их контролируют, нуждаются в упражнениях так же, как и остальные части тела ([рис. 25](#)).

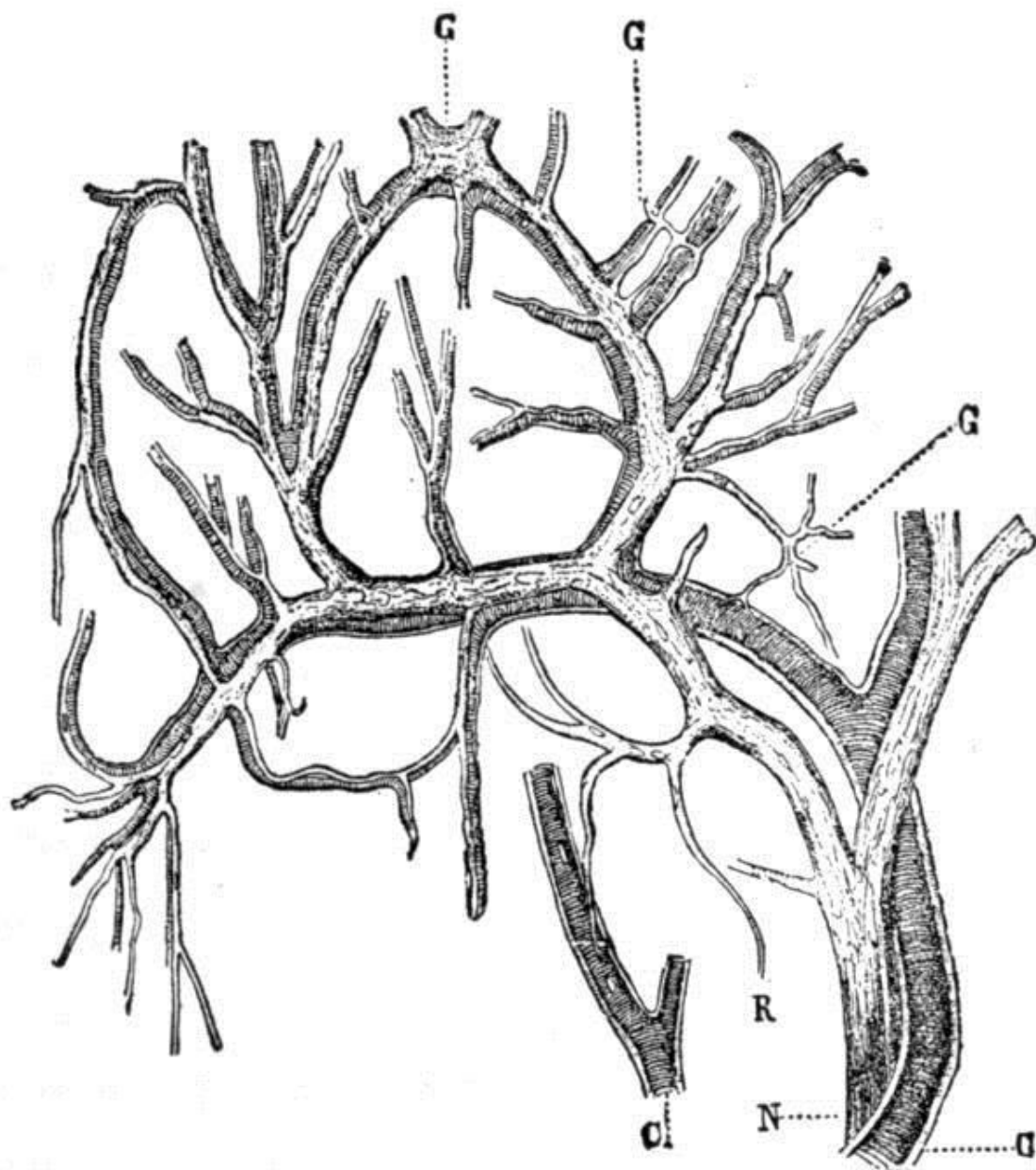


Рис. 25. — Кровеносные сосуды с сопровождающими их и контролирующими их сосудодвигательными нервами.

Важность купания. Если бы мы вели образ жизни на открытом воздухе и носили скудную одежду диких племен, дожди, прохладный воздух и солнечный свет поддерживали бы нашу кожу в тонусе и здоровье. Но отсутствие упражнений, вызывающих потоотделение, приводит к закупорке потовых желез. Ношение одежды — очень негигиеничный обычай. Одежда делает кожу неактивной, но при этом удерживает загрязнения, которые ослабленная кожа все еще может выделять. Толстая и тяжелая одежда и перегретые комнаты мешают нервам стимулироваться холодным воздухом и солнечным светом. Лучший способ противодействовать этим ослабляющим факторам — частые прохладные или холодные ванны. Воздушная ванна, которая состоит в том, что перед тем, как одеться утром, обнаженную кожу подвергают воздействию воздуха в течение получаса или более, может заменить холодную ванну. Даже низшие животные купаются: птицы, собаки и многие низшие животные купаются в реках. Слоны иногда купаются, обливая свою спину водой из хобота.

Лечение ожогов. — Смочите ожог небольшим количеством воды и обильно посыпьте его обычной пищевой содой или мукой. Завяжите узкой повязкой. При более глубоких ожогах

смочите небольшой квадрат ткани в крепком растворе пищевой соды, наложите его на рану и поддерживайте во влажном состоянии с помощью раствора. Оливковое, хлопковое и льняное *масла* отлично подходят для лечения ожогов ([эксперимент 13](#)).

Гигиена купания. Не следует принимать ванну в течение часа после еды. *Холодные ванны* (1) никогда не следует принимать в холодной комнате или когда кожа холодная; (2) более полезны летом и в теплом климате, но необходимы зимой для тех, кто живет в перегретых домах или одевается очень тепло; (3) зимой после них следует энергично растереться и согреться; (4) обычно не должны длиться дольше одной минуты зимой. *Теплые ванны* (1) очищают лучше, чем холодные; (2) не следует принимать отдельно, а всегда следует после них облиться холодной водой; (3) лучше холодных ванн, если тело сильно утомлено; (4) более полезны перед сном, чем после пробуждения.

Холодные и очень горячие ванны стимулируют нервную систему и вызывают расход нервной энергии. Для человека, чья нервная энергия находится на очень низком уровне, холодные ванны могут ослаблять организм, если их продолжительность превышает несколько секунд. Для человека с расслабленной кожей и вялым телом из-за сидячего образа жизни прохладные ванны пробуждают активность, тонизируют тело и могут быть столь же полезны для восстановления крепкого здоровья, как и занятия на свежем воздухе. Как и в случае с любой гигиенической мерой, каждый человек должен на собственном опыте выяснить, что ему подходит лучше всего.

Одежда сначала использовалась в качестве украшения. В холодном климате она помогает поддерживать постоянную температуру тела; благодаря ей человек стал самым распространенным видом животных. Одежда предотвращает быструю потерю тепла телом, удерживая воздух, который не проводит тепло, в своих ячейках. Следовательно, эффект одежды зависит от *плетения*; то же самое касается и способности ее волокон *сохранять сухость*, поскольку, если вода заменяет воздух в ячейках, тело быстро теряет тепло. Для прохладной одежды плетение должно быть жестким и плотным, для теплой одежды — мягким и рыхлым. На теплоту одежды больше влияет ее ткань, чем ее вес. Ткань можно проверить, растянув ее; ткань с самой мягкой тканью растянется больше всего ([эксперимент 8](#)). Лен делает одежду самой прохладной из всех, потому что он ткется плотно с мелкими ячейками; *шелк* занимает второе место по прохладности. Когда требуется тепло, одежда из льна или *хлопка* должна быть сделана из тканей, сотканых как чулки. Лен и хлопок быстро впитывают воду и быстро сохнут ([эксперимент 6](#)); если бы *шерсть* делала то же самое, она была бы самой теплой из всех тканей, но она сохнет так медленно ([эксперимент 7](#)), что охлаждает тело после окончания активности, вместо того чтобы быстро сохнуть и, как лен и хлопок, поддерживать прохладу тела во время нагрузки ([эксперимент 5](#)). Шерсть имеет самую крупную воздушную сетку из всех материалов; поэтому ее тепло увеличивает потоотделение, но шерсть удаляет пот очень медленно и имеет тенденцию расслаблять кожу, если у человека активная кожа или он активно напрягает мышцы. Шерсть лучше всего подходит для нижнего белья только в условиях крайнего холода или для людей, которые никогда не совершают таких интенсивных мышечных нагрузок, при которых потеют. В целом, для нижнего белья лучше всего подходят хлопок или лен. Они обладают дополнительными преимуществами: меньшей стоимостью и отсутствием усадки и деформации при стирке. Смесь хлопка и шелка или хлопка и шерсти более прочная, чем каждый из этих материалов в отдельности. Хлопок и лен, в отличие от шерсти, не подвержены воздействию насекомых-вредителей.

Для сохранения тепла лучше полагаться на верхнюю одежду, чем на нижнее белье. В странах Персидского залива ношение шерстяной верхней одежды в помещении в теплое время года (которое длится восемь месяцев) является нездоровым и негигиеничным из-за впитываемого пота; это так же абсурдно, как носить хлопковую верхнюю одежду в северных штатах в течение восьми холодных месяцев ().

Черная одежда поглощает в два раза больше тепла, синяя — почти в два раза, красная и желтая — почти в полтора раза больше, чем белая одежда ([эксперимент 10](#)). Какой материал лучше всего защищает от теплового излучения? ([Эксперимент 9](#).) Поскольку крупные кровеносные сосуды находятся близко к поверхности кожи на *шее*, *запястьях* и *лодыжках*, очень тонкая одежда или ее отсутствие в этих местах значительно помогает сохранить прохладу тела. Высокие воротники, длинные рукава и высокие туфли вредны для здоровья в теплом климате и летом. Какие возражения против черных туфель летом? Лакированная кожа? Покажите, как женщины одеваются в жаркую погоду более разумно, чем мужчины.

Почки расположены по обеим сторонам позвоночника в «поясничной области» и простираются немного выше уровня талии. Они имеют *форму фасоли и длину около четырех дюймов* (рис. 26). Почки овцы или быка очень похожи на почки человека. Они находятся вне брюшины (рис. 99) и прикреплены к задней стенке брюшной полости. К каждой почке подходит большая артерия (12, [цветной рис. 5](#)), которая делится на множество капилляров, окружающих *канальцы* в почках (рис. 27). Секрет, содержащий азотистые примеси крови, постоянно откладывается в канальцах, которые доставляют его в *воронкообразную полость* на внутреннем крае почки (рис. 26). Из этой полости белая трубка, называемая *мочеточником*, ведет вниз к органу хранения в тазу, называемому мочевым пузырем.

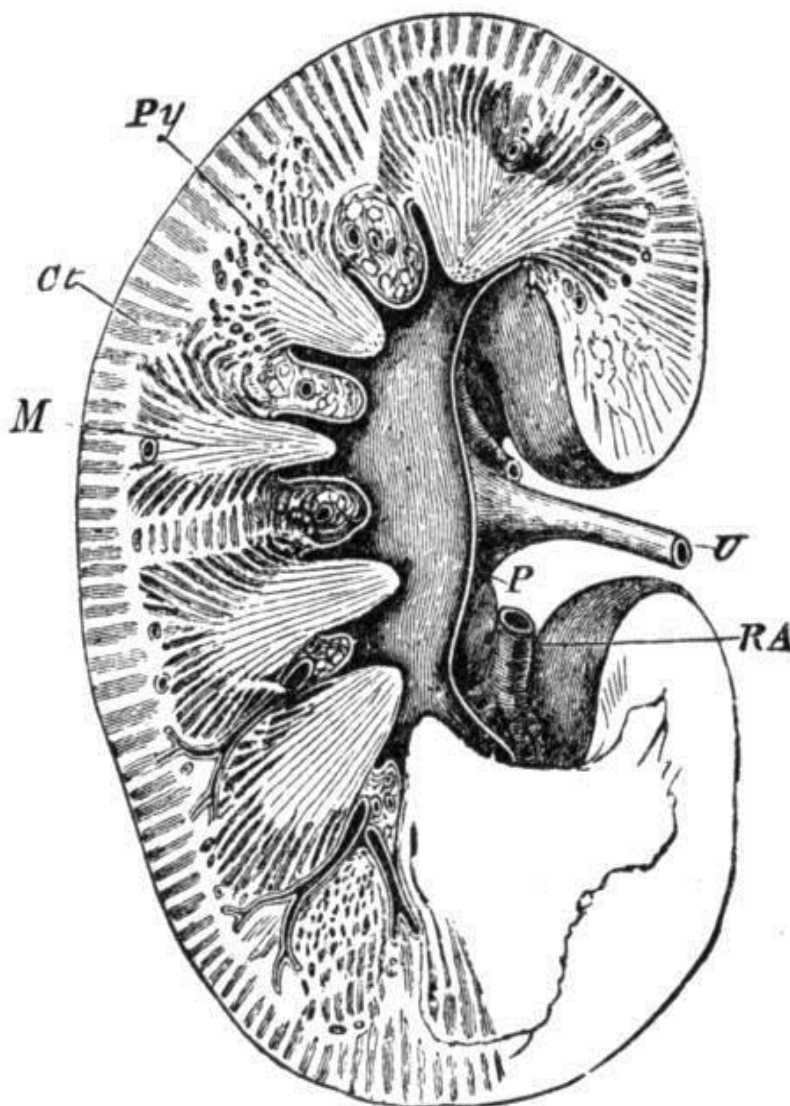


Рис. 26. — Срез почки.

RA — почечная артерия; *Py* — пирамиды, окружающие полое пространство, из которого мочеточник (*U*) отводит секрет в мочевой пузырь.

Изменения в крови в почках. — Количество воды, содержащей азотистые отходы, варьируется в зависимости от количества выпитой воды и активности кожи, и уменьшается летом, когда потоотделение усиливается. Легкие помогают коже и почкам избавляться от лишней влаги. Почки несут почти всю ответственность за выведение из организма определенных *минеральных солей* и белого кристаллического вещества, называемого

мочевиной. Его задержка в организме очень вредна, вызывая головные боли, ревматизм и другие проблемы.

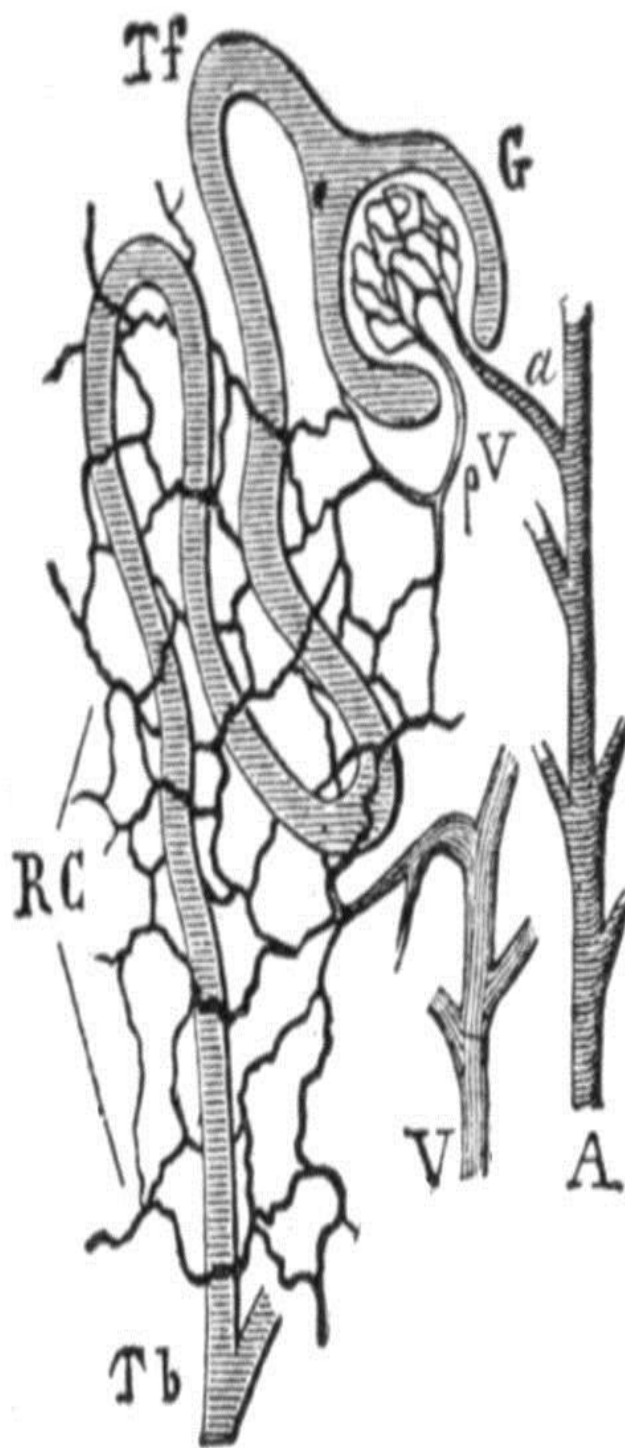


Рис. 27. СХЕМА мочевого канальца *Tb* с артерией *A* и *V* в *pV*.

Вопросы для размышления. **Гигиена кожи.** 1. Какой вид шрама не подвержен веснушкам или загару? 2. Может ли шрам у негра быть белым? 3. Увеличивается ли в размерах шрам у ребенка? 4. Почему жара наиболее угнетающая в влажную погоду? 5. Как вы объясните форму и расположение обычного лысого места? 6. Как изнашивание внешних клеток эпидермиса способствует чистоте тела? 7. Почему ладонь поглощает воду быстрее, чем тыльная сторона руки? 8. Что более необходимо для умственных работников: часто купаться или часто менять одежду? А для физических работников? 9.

Хлопковая или шерстяная одежда более подвержена растяжению или усадке, изменению формы или размера? Воспламенению? Появлению влаги на коже? Более высокой стоимости? Поеданию молью?

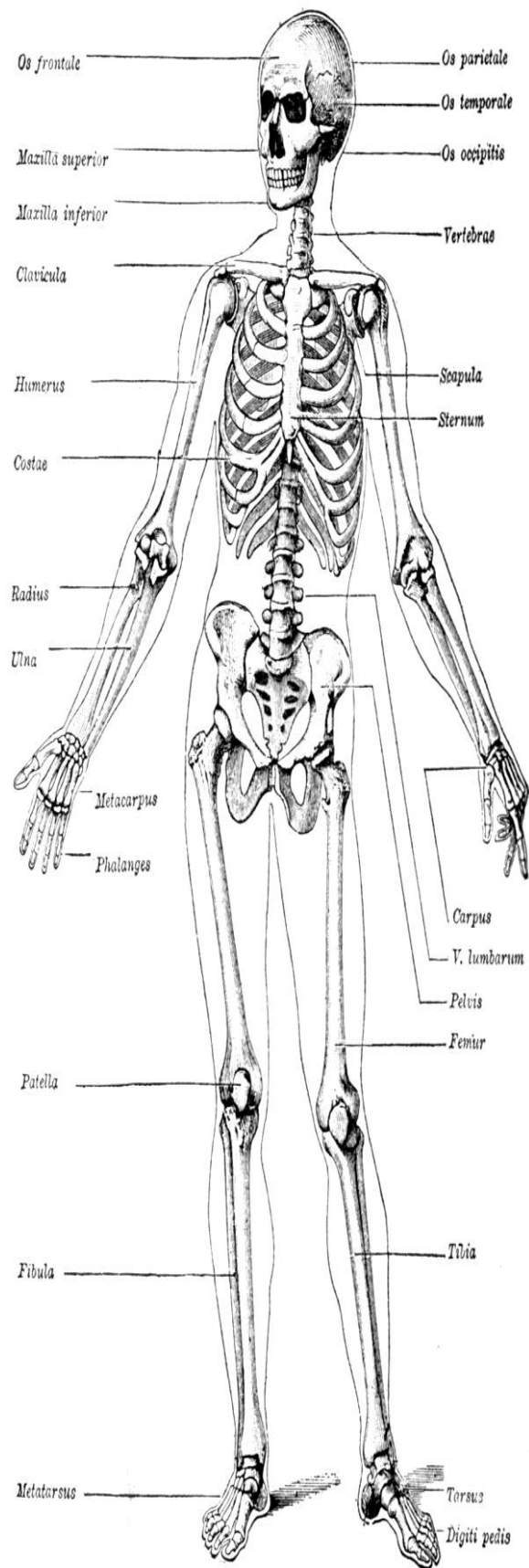


РИС. 28. СКЕЛЕТ.

ГЛАВА III

СКЕЛЕТ

Эксперимент 1. (Дома.) **Является ли свод стопы эластичным?** — Намочите стопу в тазу с водой и, сидя, положите стопу на лист бумаги. Обведите контур стопы. Повторите, но встаньте на стопу всем весом. Обведите стопу. Вывод? (Возьмите эскизы в школу. На каком эскизе изображена самая плоская стопа?) Придумайте способ измерения длины стопы с весом тела на ней и без него. В чем разница? Вывод?

Эксперимент 2. Состав кости. Поместите кость в горячий огонь и оставьте на три-четыре часа. Она сохранит свою форму, сколько бы вы ее ни жгли, но если вы не будете обращаться с ней осторожно, когда вынимаете из огня, она рассыплется на куски. Если кость не прожарена до конца, она будет черной от углерода животного происхождения, который в ней остался.

Эксперимент 3. Возьмите тонкую кость, например, ребро свиньи или кость ноги птицы, и поместите сырую кость в сосуд, содержащий крепкий уксус или две унции соляной кислоты и пол-литра воды. Оставьте ее там на четыре дня. Когда кость будет извлечена, ее можно будет завязать в узел. Кислоту можно смыть, а кость сохранить в бутылке с спиртом или глицерином.

Эксперимент 4. Формы суставов. Найдите разъединенные кости птицы или мелкого млекопитающего и поместите их по одной в суставные впадины, изучая прилегание и движение суставов.

Эксперимент 5. Шарнирные суставы. На какую долю круга позволяют поворачиваться рука и голова благодаря шарнирным суставам в предплечье и шее?

Вопросы для повторения. — Где находятся костные клетки? Как к ним поступает питание? Как откладывается минеральная часть костей? Как долго могут жить костные клетки? Назовите животных с внешним скелетом. Внутренним скелетом. Без скелета.

Формы и назначение костей. — Три основных назначения костей — *защита, движение и опора*. Чтобы выполнять эти функции, кости должны иметь разные размеры, формы и положения. Кости классифицируются по *форме* как *длинные, плоские и нерегулярные*. Те, чье основное назначение — *защита, широкие и плоские*. Кости, *обеспечивающие опору, толстые и твердые*; кости, предназначенные для *движения, длинные и прямые*. Включая шесть маленьких костей в ухе, в скелете взрослого человека насчитывается двести шесть костей.

Общее строение костей. Строение длинной кости показано на [рис. 29](#). Она имеет длинный *полый стержень* из твердой, плотной кости и *расширенные концы*, состоящие из губчатой кости. Полость в стержне *заполнена желтым костным мозгом*, который состоит из кровеносных сосудов и жира и помогает питать кость. Длинные кости находятся в конечностях ([рис. 28](#)). Ребра и другие плоские кости, а также нерегулярные кости не содержат желтого костного мозга; они губчатые внутри и твердые и плотные у поверхности. В полостях губчатых частей костей находится *красный костный мозг* ([рис. 29](#)). В этом костном мозге образуются новые красные кровяные тельца. Кости имеют плотно прилегающую волокнистую оболочку, состоящую из соединительной ткани и кровеносных сосудов. Она называется *надкостницей*.



Рис. 29. Бедренная кость, распиленная по длине. Красные кровяные тельца образуются в красном костном мозге губчатой части.

Рис. 30. — Передний вид ПРАВОЙ БЕДРЕННОЙ КОСТИ.

Химический состав кости. Эксперименты ([2](#) и [3](#)) показывают, что кости содержат *минеральное или землистое вещество*, которое делает их твердыми и жесткими, а также определенное количество *животного вещества, называемого желатином*, которое связывает минеральное вещество и делает кости прочными и в некоторой степени эластичными. Огонь сжег животное вещество первой кости, а кислота растворила минеральное вещество второй кости. *Минеральное вещество состоит в основном из извести и составляет около двух третей веса кости.* (Почему минерального вещества нужно больше, чем животного?) Животный желатин — это хрящевое вещество. По мере старения организма животное вещество в костях уменьшается, и они становятся легче. Они легче ломаются и не заживают так быстро, как кости молодых людей.

Скелет подразделяется на кости *головы, туловища и конечностей*. Кости туловища — это кости позвоночника, грудной клетки, лопатки, ключицы и таза.



Рис. 31. Позвоночный столб. Вид сбоку.

Позвоночный столб состоит из двадцати шести костей ([рис. 31](#)). Он является осью человеческого скелета, к которой прямо или косвенно прикреплены все остальные кости. Животные с внутренним скелетом имеют этот столб и называются позвоночными. Рыбы,

рептилии, птицы, млекопитающие (), обезьяны и человек являются позвоночными. Позвоночник, как иногда называют этот столб (), является не только основной соединительной структурой и опорой тела, но и образует канал, через который проходит спинной мозг.

На рис. 32 показан **позвонок**, или одна из костей, составляющих столб. Три *выступающих точки или отростка* служат для крепления связок и мышц. Основная часть каждого позвонка предназначена для поддержки веса, передаваемого столбом выше. Сразу за этим толстым телом находится *полукольцо* (рис. 32), которое вместе с полукольцами на других позвонках образует канал для спинного мозга. Между позвонками находятся толстые прокладки из хрящевой ткани, которые действуют как амортизаторы, предотвращая сотрясения, и благодаря сжатию позволяют позвоночнику изгибаться во всех направлениях.

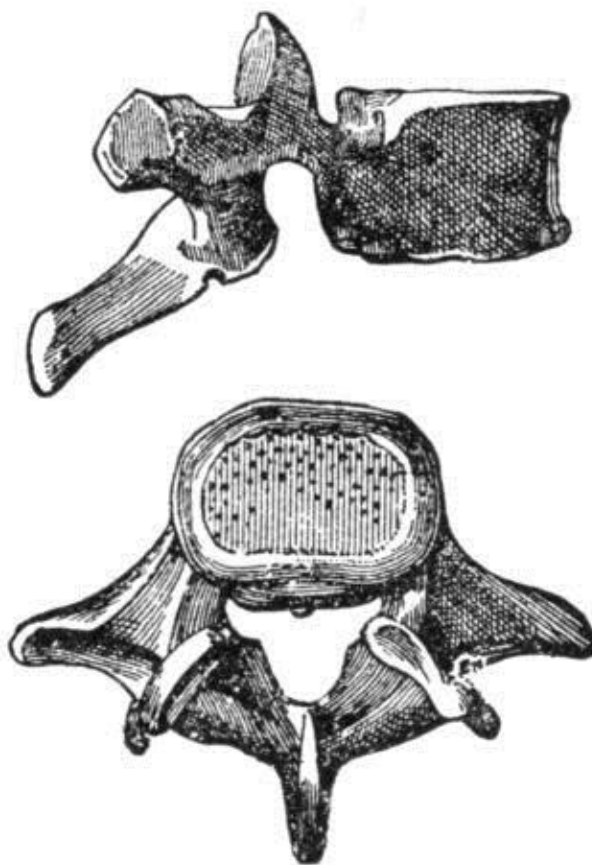


Рис. 32. — Вид позвонка сбоку и снизу.

Грудь (см. рис. 75). — Двенадцать пар ребер прикреплены к позвоночнику сзади и простираются вокруг передней части тела, напоминая обручи. Первые семь пар, называемые *истинными ребрами*, прикреплены непосредственно к плоской груди, или *грудному кости*. Каждая из следующих трех пар, называемых *ложными ребрами*, прикреплена к паре выше нее. Последние две пары, называемые *плавающими ребрами*, свободны спереди.

Плечевой пояс. Ключицы (рис. 28) прослеживаются от плеч до места, где они почти соединяются на груди в верхней части грудной клетки. Ключица имеет форму курсивной буквы *f*; она помогает формировать плечевой сустав и удерживает лопатку от грудной клетки, чтобы движения руки были свободными.

Плоскую треугольную *лопатку* (рис. 75) можно прощупать, протянув правую руку через левое плечо. Она распростерта над ребрами, как веер. Ее края можно различить, особенно если двигать плечом во время прощупывания. Высокий гребень, проходящий поперек кости, простирается до вершины плеча.

Тазовый пояс. Края *тазовых костей* можно прощупать по бокам бедер ([рис. 28](#)). Тазовые кости вместе с основанием позвоночника образуют своего рода чашу, называемую *тазом*.

Череп ([рис. 33](#)) качается или кивает на верхнем позвонке. Он состоит из черепной коробки, или мозговой коробки, и костей лица. Формы и названия костей черепа показаны на [рис. 33](#).

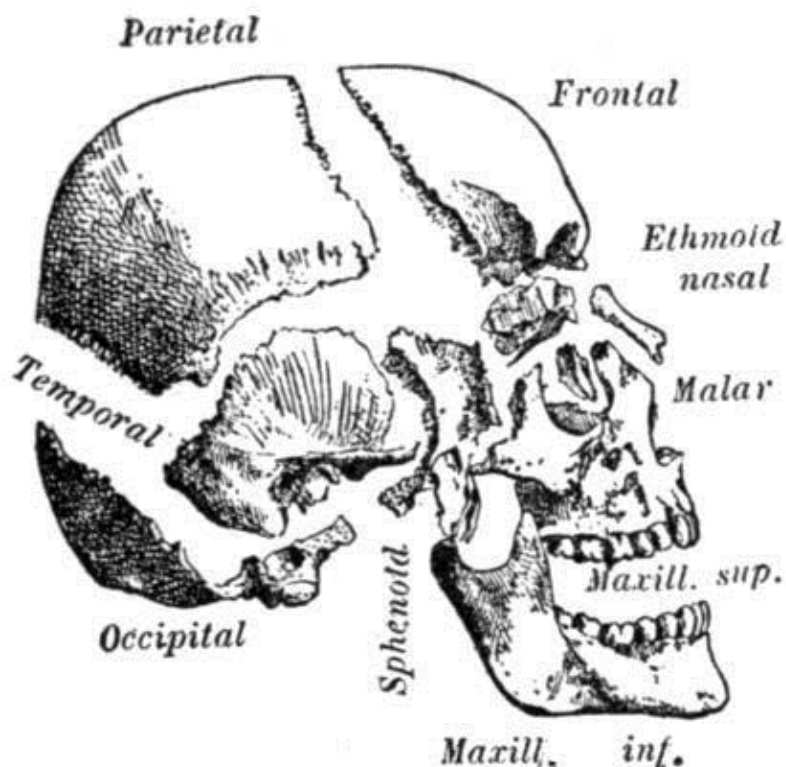


Рис. 33. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ЧЕРЕП, разобранный на части.

Адаптации черепа для защиты. Его арочная форма лучше всего противостоит давлению и отклоняет удары. Как и все плоские кости, череп имеет губчатый слой кости между слоями плотной кости, образующими внешнюю и внутреннюю поверхности; поэтому он эластичен и не легко ломается. Нос, брови и скулы выступают вокруг глаза для его защиты. Деликатные части уха встроены в самую прочную часть черепа. Ветви обонятельных нервов заканчиваются в слизистой оболочке костных носовых пазух. Спинной мозг надежно удерживается в позвоночном канале.

Руки и ноги имеют кости, которые точно соответствуют друг другу. Латинские названия этих костей, а также всех других костей, приведены на [рис. 28](#). В каждой руке 30 костей, а в каждой ноге — 30 ([рис. 34](#)). Вот список костей руки, за которым в скобках указаны названия соответствующих костей ноги: кость верхней части руки [бедренная кость], 2 кости предплечья [большеберцовая кость и кость лодыжки ()], 8 костей запястья [7 костей голеностопа], 5 костей ладони [5 костей свода стопы], 14 костей пальцев руки [14 костей пальцев ноги]. Голень — это большая кость между коленом и лодыжкой. Длинная, тонкая лодыжечная кость и голень соединены бок о бок.



Рис. 34. Кости руки и ноги.



Рис. 35. — Швы черепа.

Различия между рукой и ногой. В большой связке, проходящей над каждым коленом, находится кость в форме блюдца, называемая *коленной чашечкой*. В локте такой кости нет. В голеностопе на одну кость меньше, чем в запястье, поэтому в руке и ноге одинаковое количество костей. Плечевой сустав более подвижен, чем тазобедренный. Пальцы рук длиннее и подвижнее пальцев ног; большой палец руки движется гораздо свободнее, чем большой палец ноги. Свод стопы гораздо сильнее ладони, поскольку при каждом шаге он должен без посторонней помощи выдерживать вес всего тела, а также любой другой вес, который человек может нести. Ладонь почти плоская, но свод стопы выгнут, чтобы предотвратить удары. Когда вес тела переносится на стопу при каждом шаге, верхняя часть свода сдавливается вниз, делая стопу длиннее, чем раньше. Свод поднимается, когда вес снимается ([эксперимент 1](#)).

Иллюстрированное исследование. **Формы костей.** — Напишите L, F или I после этих названий (см. [рис. 28](#) и т. д.), в зависимости от того, являются ли кости длинными, плоскими или нерегулярными: лицо, череп, позвонок, бедро, ребро, грудина, ключица, лопатка, кость верхней части руки, кости нижней части руки, запястье, ладонь, пальцы, бедренная кость, большеберцовая кость, малоберцовая кость, голеностоп, подъем стопы, пальцы ног, коленная чашечка.

Строение суставов. — Соединение двух костей образует сустав ([эксперимент 4](#)). Некоторые суставы неподвижны. Кости черепа соединяются зигзагообразными линиями, называемыми *швами*, образованными взаимосцеплением пилообразных выступов ([рис. 35](#)). Эти *неподвижные* суставы необходимы для защиты мозга, который является самым хрупким из органов. Мозг достигает почти полного размера к седьмому году жизни; после этого его костная оболочка должна расти очень мало. Суставы таза также неподвижны. Все *подвижные* суставы имеют два хряща, и когда кости поворачиваются, один хрящ скользит по другому. Существует промежуточный тип суставов, расположенных между позвонками и в месте соединения ребер с грудиной. Движение этих суставов зависит от гибкости и сжимаемости их хрящей. Они называются смешанными, или *эластичными*, суставами и допускают небольшое движение. *Такой сустав имеет только один хрящ.*

Виды подвижных суставов. Подвижные суставы находятся в основном в конечностях. Когда один конец кости закруглен и входит в чашеобразную впадину, сустав позволяет движение во всех направлениях и называется *шаровым* суставом. Примерами являются тазобедренные и плечевые суставы. *Шарнирный сустав* позволяет движение только в двух (противоположных) направлениях, например, движение локтя вперед-назад. *Шарнирный*

сустав позволяет вращательное движение; примерами являются первый позвонок на втором, одна кость предплечья на другой. Скользящий сустав состоит из нескольких костей, которые скользят друг по другу, как в запястьях и лодыжках.

Четыре особенности подвижного сустава (рис. 36). Если кости не удерживаются на месте, они выскальзывают из гнезд, поэтому существуют *связки*, или прочные ленты, , которые скрепляют кости между собой. Резкие толчки могут вызвать сотрясение костей и повредить их; удары предотвращаются слоем эластичного *хряща* на конце каждой кости. При сгибании сустава движение одной кости по другой приводило бы к износу кости в результате трения, если бы хрящи не были очень гладкими и смазанными жидкостью, называемой *синовиальной жидкостью*. Синовиальная жидкость постоянно вытекала бы в окружающие ткани, если бы не кольцеобразная связка, называемая *капсулой*, которая окружает сустав и прикрепляется к каждой кости по всему периметру сустава (рис. 36).

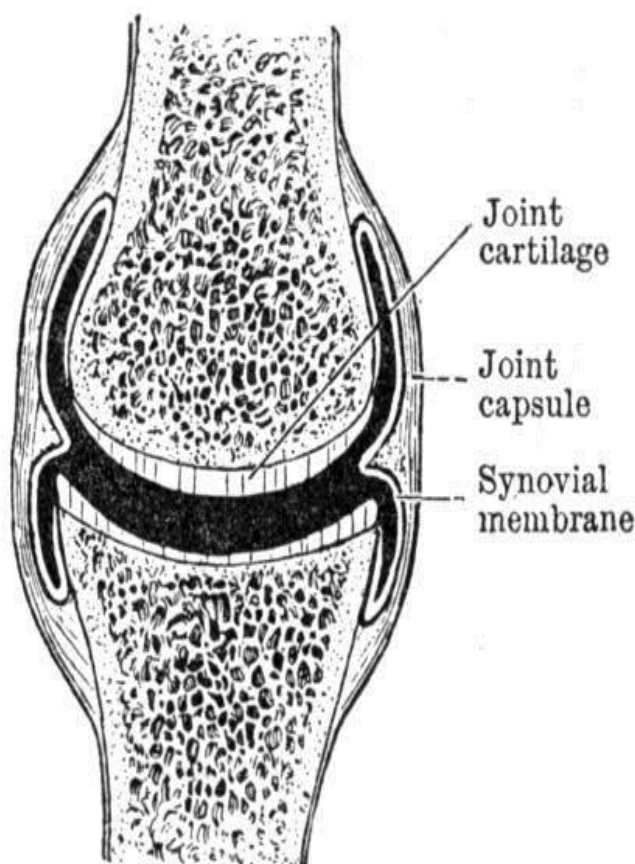


Рис. 36. — СХЕМА СУСТАВА.

Вопросы для размышления. **Виды суставов.**—Напишите *B, H, G, E, P* или *I* после этих названий в соответствии с типом сустава (шаровой, шарнирный, скользящий, эластичный, поворотный, неподвижный): между костями черепа, кивание головой, поворот головы, позвонки, нижняя челюсть, ребра к груди (рис. 75), плечо, локоть, запястье, пальцы, бедро, колено, голеностоп, пальцы ног.

Рост костей. — Кровеносные сосуды проникают в кости из надкостницы. Если удалить надкостницу, то вместе с ней удаляются и крупные кровеносные сосуды, и кость под ней погибает. Если удалить подлежащую кость и оставить надкостницу, то кость восстановится. Любопытное доказательство активного кровообращения в костях можно получить, если смешать марену с кормом для свиней. Через несколько часов кости становятся более темно-розовыми, чем обычно, а если кормить свиней мареной в течение нескольких дней, их кости становятся красными. Ребенок растет в высоту в основном в течение трех-четырех месяцев весной и летом, но его тело становится шире и тяжелее осенью.

Здоровье костей. — Очевидно, что сильное и свободное кровообращение чистой крови способствует здоровью и прочности костей; хорошее питание и чистый воздух делают кровь чистой. Случаи «замедленного сращения» или

медленного заживления переломов костей чаще встречаются у людей, злоупотребляющих алкоголем, чем у трезвых. Это происходит потому, что жизнеспособность костных клеток ослаблена употреблением алкоголя. Многие хирурги не любят оперировать старых алкоголиков.

Задняя кривизна позвоночника. Позвоночник (см. [рис. 28, 31](#)) имеет две задние кривизны (напротив груди и бедер) и две передние кривизны (в области поясницы и шеи). Деформация, называемая задней кривизной, в основном представляет собой чрезмерное увеличение верхней задней кривизны. Скругленные плечи — это самая незначительная степень этой деформации, а горб — самая выраженная. Причины: 1) *наклон над работой* в положении стоя или сидя; 2) *сползание вниз на сиденье*, как показано на рис. 51; 3) привычка работать с *низко расположенным предметом*, например, читать и писать за слишком низким столом ([рис. 49](#)) или наклоняться при копании, сидя на полу (японцы и китайцы); 4, *слабые мышцы спины*; 5, ношение обуви на *высоких каблуках*; 6, сдавливание ребер *тесной одеждой*; 7, ходьба с *опущенной вперед головой* или плоской грудью; 8, ношение подтяжек без блока или рычага сзади; 9, ношение рук в карманах. (Размахивайте руками, чтобы руки не были в карманах, и избавьтесь от этой привычки); 10, ношение пальто или жилета, которые туго обтягивают заднюю часть шеи. Эта деформация вызвана *растяжением связок* на задней стороне позвоночника и *сдавливанием хрящей до тех пор, пока они не примут клиновидную форму*, с тонкой частью клина впереди. Гибкость позвоночника — большое преимущество, но она увеличивает риск деформации. Одним из самых серьезных недостатков задней кривизны является плоская грудь и затрудненное дыхание.

Рис. 37. Неправильная осанка.



38. — Правильная осанка, но напряженная и жесткая.

Боковое искривление позвоночника. Идеальны идеально вертикальном положении. Даже незна Причины: 1) письмо за *слишком высоким столом*; 2 3) наклон *головы в одну сторону* ([рис. 46](#)); 4) привы (астигматизм, [гл. IX](#)).

Чтобы преодолеть деформации позвоночника таким образом, чтобы задействовать дополнит вызывающих деформацию. Сидите и стойте так, к подушки способствует исправлению задней кривизны и плоской груди.

жривлен ни в одну сторону ([рис. 47](#)), а находится в се боковое искривление является деформацией. нигу, рюкзак или другой груз в одной и той же руке; вес на одну ногу; 5) определенные дефекты зрения

нить характер работы или способ ее выполнения ' мышцы. Избегайте вышеупомянутых привычек, щем абзаце. Сон на спине на жестком матрасе без

Правильное положение при стоянии: *грудь вперед, подбородок втянут, бедра назад* ([рис. 38, 39](#)). Чтобы сидеть правильно, *садитесь глубоко в кресло* ([рис. 49, 50, 51](#)) с прямой и уравновешенной осанкой. В молодости кости мягкие и растущие; они легко приобретают идеальную форму, но почти так же легко деформируются.

Растяжения связок. *Погрузите пораженную часть тела в горячую воду на полчаса, затем наложите повязку, чтобы обеспечить покой. Старайтесь как можно меньше использовать конечность.* При очень сильном растяжении, когда связка оторвана от кости, врач может наложить гипсовую повязку.

Переломы костей. — Чтобы кость не порезала плоть и кожу, не перемещайте человека, пока не будет наложена временная шина, закрепив палки или зонтики вокруг конечности с помощью платков.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ. Скелет. — **1.** Какая спинка стула заставляет человека скользить вперед на сиденье? **2.** Какая ошибка в сидении возникает при использовании стула с таким большим сиденьем, что его передний край ударяет сидящего за колено? **3.** Почему плечо вывихивается чаще, чем бедро? **4.** Какую деформацию могут вызвать высокие подушки? **5.** Найдите в теле три кости (), которые не соединены с другими костями. Найдите двадцать пять костей, соединенных с другими костями только одним концом ([рис. 28](#) и [39](#)). **6.** Какие деформации могут возникнуть в результате принуждения маленького ребенка стоять или ходить? **7.** Какая кость чаще всего ломается при падении на плечо? **8.** Где в костях хранится жир для будущего использования? **9.** Связки растут очень медленно. Почему восстановление после растяжения связок часто бывает долгим?

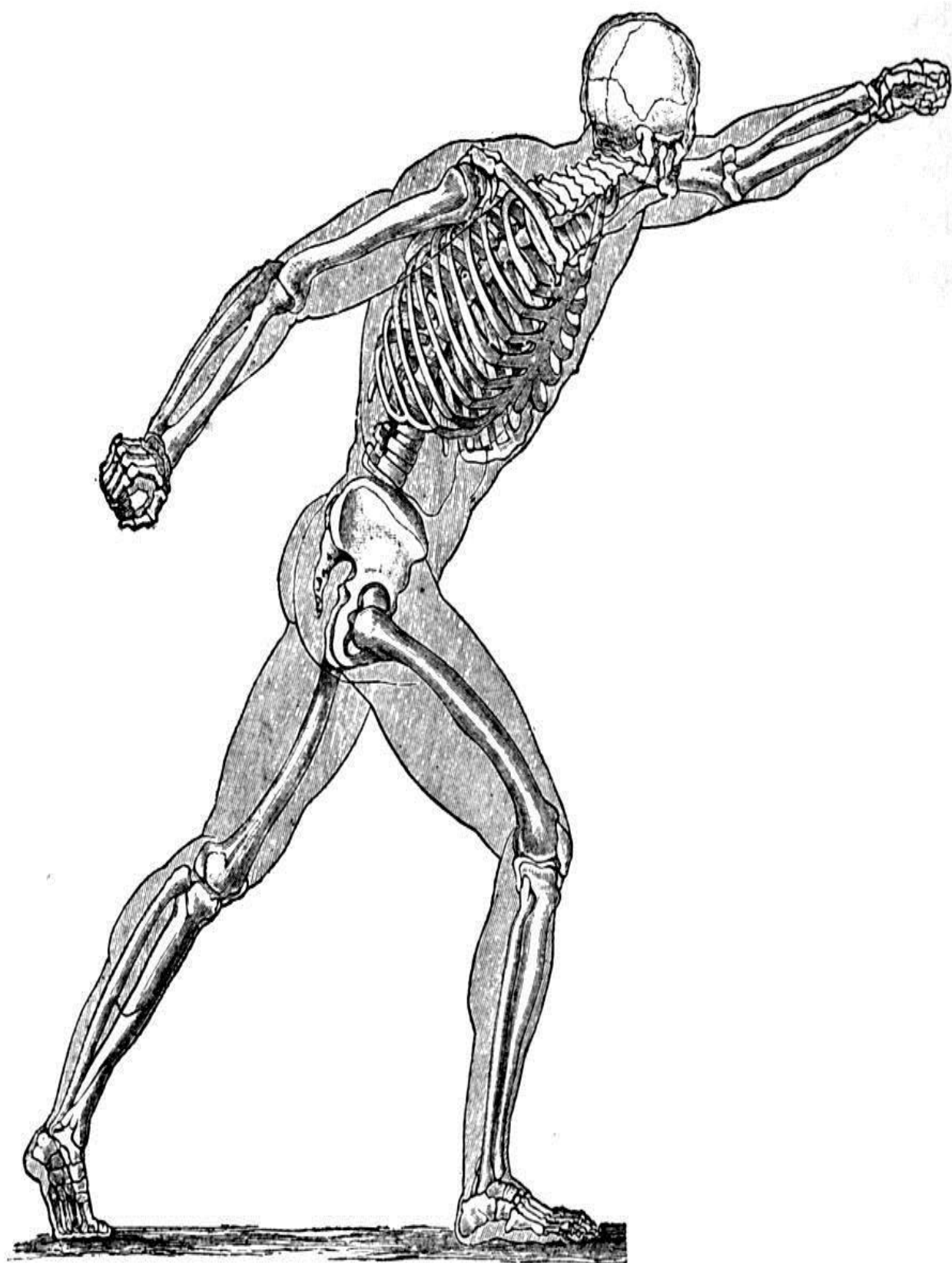


Рис. 39. Человеческий скелет в движении.

ГЛАВА IV

мышцы

Уже было сказано, что к кости прикреплены по крайней мере две мышцы, которые двигают ее в противоположных направлениях. Поскольку в организме человека насчитывается двести шесть костей, неудивительно, что для их движения и выполнения различных функций, о которых только что говорилось, существует пятьсот двадцать шесть (526) скелетных мышц.

Два вида мышц. Все мышцы контролируются нервной системой. Некоторые из них управляются частями мозга, которые работают сознательно; другие контролируются спинным мозгом и частями мозга, которые работают бессознательно. Мышцы первого вида обычно контролируются волей, но иногда они действуют непроизвольно. Их называют произвольными мышцами. Они двигают кости и расположены в конечностях и близко к поверхности туловища ([рис. 44](#)). Другой тип мышц никогда не контролируется волей и называется непроизвольными мышцами. Мы не можем заставить их действовать, как и не можем помешать им действовать. Они сокращаются медленнее, чем произвольные мышцы. Большинство из них имеют трубчатую форму и находятся в полости туловища. Непроизвольные мышцы принадлежат внутренним органам и освобождают волю от ответственности и хлопот, связанных с деятельностью этих органов; в противном случае ум не имел бы времени для произвольных действий.

Общая структура произвольных мышц. — Бифштекс в основном красный, хотя некоторые его части белые или желтоватые. Белая или желтоватая часть — это жир; красная, постная часть — это произвольная мышца. Если кусок говядины тщательно отварить, его можно легко разделить на пучки размером с толстые веревки. Эти пучки можно с помощью игл разделить на нитевидные волокна ([рис. 40](#)).

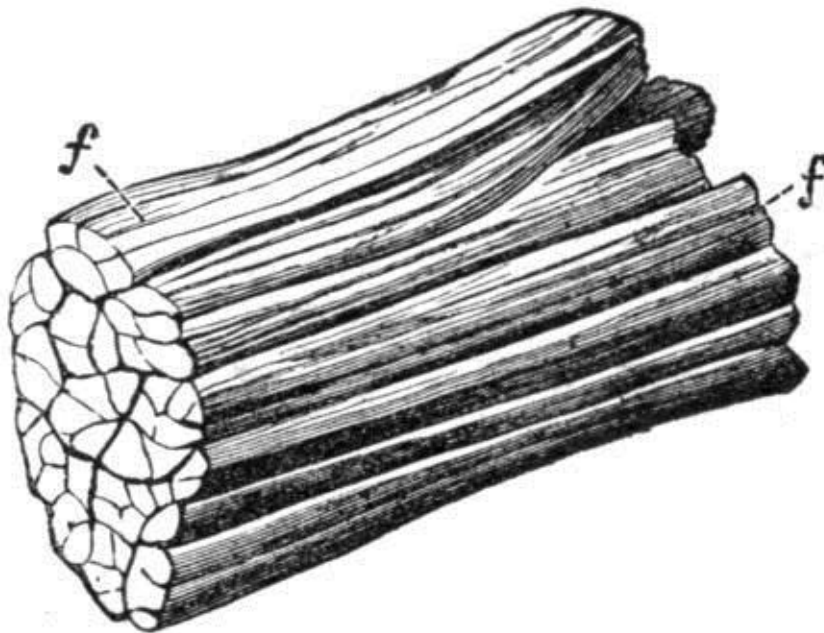


Рис. 40. Мышечные пучки, связанные между собой соединительными тканевыми оболочками.

Микроскопическое строение мышц. — Эти нитевидные волокна можно под лупой разделить на тонкие нити, называемые фибриллами. Последние являются настоящими

мышечными клетками; под микроскопом видно, что они пересечены множеством темных линий ([рис. 48](#)). Поэтому произвольные мышцы называются поперечно-полосатыми или полосатыми мышцами. Для препарирования мышц требуется длительное кипячение и терпеливое выщипывание иглой для препарирования (), поскольку пучки удерживаются вместе тонкими блестящими слоями соединительной ткани, которые их окружают. Эта соединительная ткань окружает и удерживает на месте отдельные волокна каждого пучка ([рис. 40](#)).

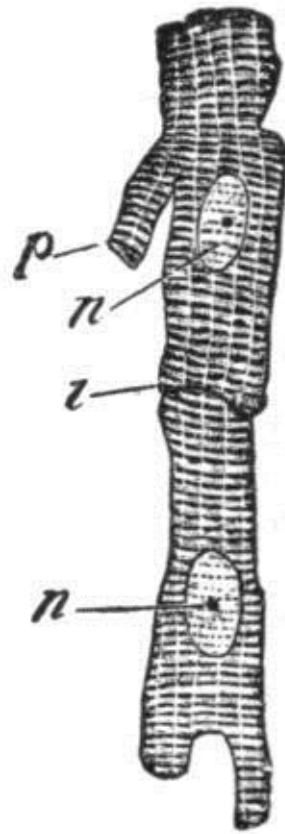


Рис. 41. Два мышечных волокна сердца.

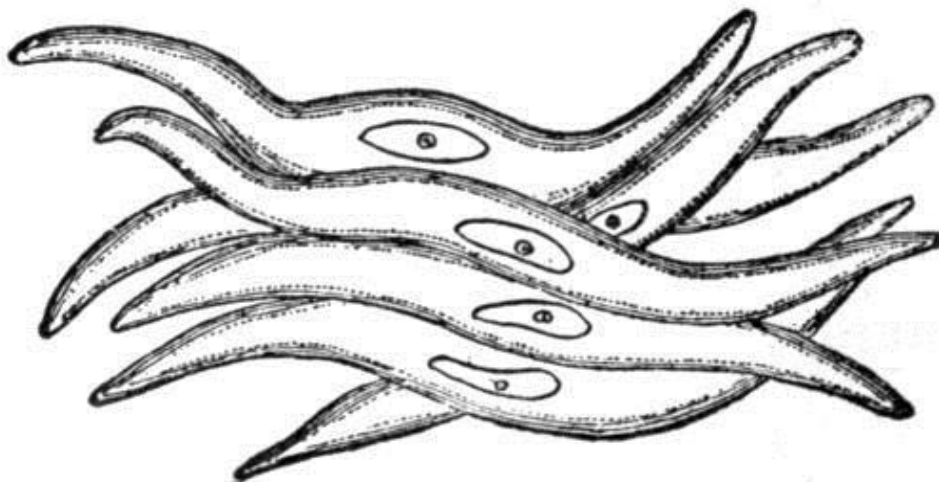


Рис. 42. Непроизвольные мышечные клетки (или волокна).

Фибриллы непроизвольных мышц имеют *веретенообразную форму* (см. [рис. 42](#)). На фибриллах нет поперечных линий, поэтому непроизвольные мышцы называют *гладкими или неполосатыми мышцами*. Сердечные волокна являются исключением; они являются единственными непроизвольными мышечными волокнами, которые имеют полосатую структуру ([рис. 41](#)).

Вопросы для размышления. **Классификация некоторых мышц.** — Скопируйте следующий список и отметьте буквой *I* непроизвольные мышцы и буквой *V* произвольные мышцы.

Мышцы, отвечающие за жевание. Мышцы пищевода. Мышцы сердца. Мышцы,двигающие руками. Мышцы, отвечающие за дыхание. Мышцы кожи, вызывающие вздымание волос. Мышцы,двигающие веками. Мышцы, сужающие зрачок глаза. Мышцы, отвечающие за речь. Мышцы, сужающие и расширяющие артерии (при покраснении и побледнении). Мышцы,двигающие глазным яблоком. Мышцы, отвечающие за мимику лица.

Сухожилия. *Соединительная ткань, которая связывает волокна мышц в пучки и образует оболочки для этих пучков, простирается за пределы концов мышц и соединяется, образуя прочные, неэластичные белые шнуры, называемые сухожилиями.* Некоторые мышцы не имеют сухожилий и прикрепляются непосредственно к костям. Изучите рисунки и найдите примеры этого (см. [рис. 44, 75](#)). Чтобы понять прочность сухожилий, пощупайте сухожилия под согнутым коленом или локтем, где они кажутся почти такими же твердыми, как проволока. *Сухожилия экономят место* в тех местах, где нет достаточно места для мышц, и позволяют объемным мышцам располагаться там, где они не мешают. Везде, где сухожилия могут сместиться из своего положения при сгибании сустава, как, например, в запястье и лодыжке, они удерживаются связками.

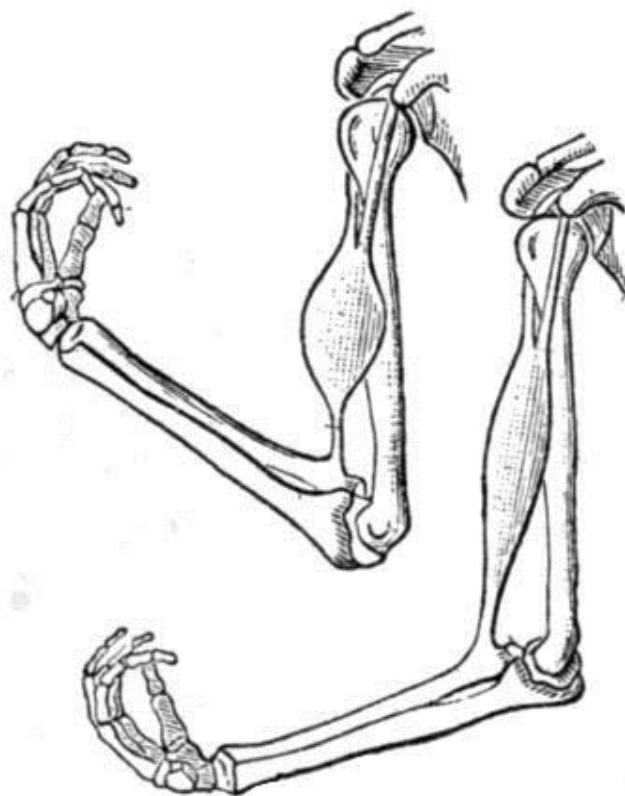


Рис. 43. — (Для доски.) Расслабленный и сокращенный бицепс.

Расположение произвольных мышц. — *Круговые* мышцы, называемые *сфинктерными мышцами*, находятся вокруг рта и глаз. Мышцы, которые проходят прямо вдоль конечности, либо сгибают ее и называются *сгибателями*, либо выпрямляют ее и называются *разгибателями*. Большинство произвольных мышц расположены парами и вызывают движение в противоположных направлениях; их называют *антагонистами*. Бицепс ([рис. 43](#))

сгибает руку. Его антагонистом является трицепс на задней стороне руки. Почувствуйте, как они набухают и твердеют при сокращении, и найдите на своем теле мышцы, упомянутые на [рис. 44](#).

Как мышцы становятся сильнее; их кровоснабжение. Природа предусмотрела, что любая часть тела получает больше крови, когда она работает, чем когда она находится в состоянии покоя. *Когда она работает наиболее интенсивно, кровеносные сосуды расширяются максимально, и кровоснабжение становится максимальным.* Поэтому, когда мышца используется интенсивно, кровь доставляет к ней необычно большое количество веществ (), клетки увеличиваются и размножаются, и мышца растет. Стенки капилляров настолько тонкие, что питательные вещества, содержащиеся в крови, легко проникают из них в мышцу. Из-за происходящего окисления работающая мышца теплее, чем мышца в состоянии покоя. *При использовании мышцы становятся большими, упругими и темно-красными;* при неиспользовании они становятся маленькими, дряблыми и бледными. Но если мышцы работают слишком постоянно, особенно в молодости, их клетки не имеют времени усваивать пищу и кислород, и их рост замедляется.

Если еда не была очень легкой, после еды не следует заниматься интенсивными физическими упражнениями, так как кровь будет оттягиваться из пищевода к мышцам, что мешает выделению пищеварительных соков. Люди с ослабленной циркуляцией крови могут обнаружить, что легкие упражнения после еды, такие как медленная ходьба, могут помочь циркуляции крови и пищеварению.

Почему мышцы работают в гармонии. *Когда мальчик бросает камень, в этом действии участвуют почти все части тела.* Его руки, ноги, глаза, дыхание, сердцебиение — все они модифицируются, чтобы помочь в этом усилии. Когда мальчик хочет бросить камень, нервные импульсы посылаются ко всем органам, которые могут помочь, и они возбуждаются ровно настолько, насколько это необходимо для действия.

Иллюстрированное исследование функций мышц

Проведите пунктирную линию от каждой функции, упомянутой в поле, к мышце или мышцам, выполняющим эту функцию.

Наклоняет голову?

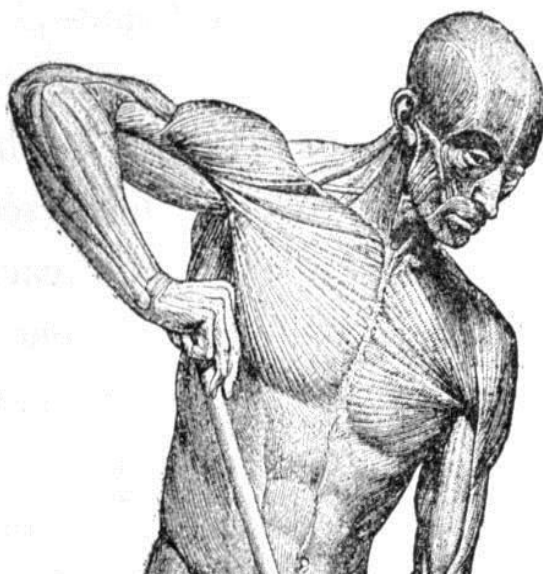
Выпрямляет
локоть?

Выпрямляет
пальцы?

Размахивает ногой
наружу?

Сгибает колено?

Выпрямляет



Отводит плечо назад?

Поднимает всю руку
наружу и вверх?

Опускает всю руку
вниз и вперед?

Сгибает локоть?

Сгибает пальцы?

Поднимает тело на

колени?

носах?

Скрещивает ноги?

Поднимает пальцы

Выпрямляет
пальцы ног?

ног?

Рис. 44. — Поверхностные мышцы по скульптуре «Копатель» (Лами).

Нервный импульс и сокращение. — Каждый нерв, идущий к мышце, состоит из множества волокон; волокна быстро разделяются и идут ко всем частям мышцы, и *каждое мышечное волокно получает свое нервное волокно* (см. [рис. 45](#)). В головном мозге каждое волокно стимулируется одновременно, и все волокна сокращаются и утолщаются вместе. Это изменение называется сокращением, но поскольку мышца не становится меньше, это слово может ввести в заблуждение. Когда мышца сокращается, она пропорционально утолщается и занимает столько же места, сколько и в расслабленном состоянии.

Откуда берется энергия мышц? — *Нервы не снабжают мышцы энергией, которую те используют при сокращении. Мышечные клетки уже накопили энергию из пищи и кислорода, доставляемых к ним кровью*, и процесс, называемый окислением, высвобождает эту энергию. Активность мышц может увеличить выделение углекислого газа в пять раз. Умственная работа практически не влияет на это.

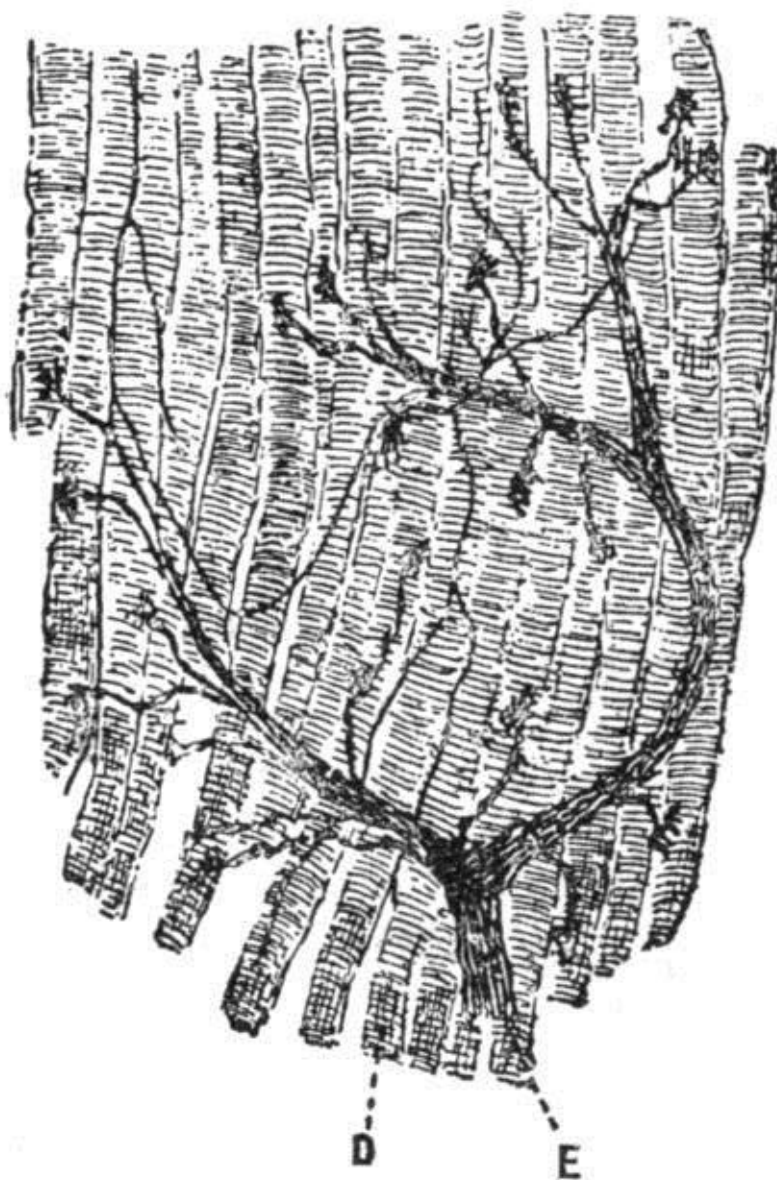


Рис. 45. — Моторные нервные волокна, заканчивающиеся среди фибрилл произвольной мышцы. Сравните с [рис. 48](#).

Как мышца остается сокращенной. — Мышца расслабляется сразу после сокращения; и чтобы она оставалась сокращенной, нервные импульсы должны поступать в быстрой последовательности, вызывая фактически многократные сокращения; эффект этого иногда виден в виде дрожания мышцы. [На рисунке 47](#) показана легкая стоячая поза.

Что вызывает усталость. Усталость или истощение вызваны истощением живого материала в нервных и мышечных клетках в результате окисления. Отдых необходим, чтобы дать клеткам возможность восстановиться. Почему ходьба в течение часа менее утомительна, чем стояние в полной неподвижности в течение десяти минут?



Рис. 46. НЕПРАВИЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ; приводит к искривлению позвоночника в сторону; поднимает одно бедро и плечо выше другого.

Рис. 47. — ОПТИМАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ; грудная клетка свободно расширяется, вес легко переносится с одной ноги на другую.

Дегенерация мышц начинается с привычного бездействия. Мы не смеем заменять работу мышц, если хотим, чтобы они оставались здоровыми. Пояс или корсет на талии приводят к тому, что мышцы туловища становятся дряблыми, а живот расслабляется и выпячивается.

Как мышечная активность помогает здоровью. Жизнь — это изменение, застой — это смерть. *Мышечная активность расходует пищу (), дает хороший аппетит и заставляет работать пищеварительные органы; она расходует кислород и заставляет работать легкие; но, прежде всего, каждое сокращение мышцы помогает крови течь.* Когда мышца сокращается, она давит на вены и лимфатические сосуды и этим давлением заставляет кровь и лимфу течь ([рис. 48](#)). При любой обычной деятельности задействуются десятки мышц. О том, что это оказывает очень сильное влияние на кровообращение, свидетельствуют розоватый цвет кожи, глубокое дыхание и учащенное сердцебиение. Многочисленные преимущества активного кровообращения и лимфообращения будут рассмотрены в следующей главе. См. [стр. 67](#).



Рис. 48. Капилляры среди волокон произвольной (поперечно-полосатой) мышцы. (Пибоди.)

Серьезной опасностью, связанной со спортом, является чрезмерное развитие мышц, в том числе и сердца, в результате тренировок; *после прекращения тренировок мышцы подвергаются жировой дегенерации из-за бездействия.* Это может привести к сердечным и другим заболеваниям. Многие спортсмены умирают молодыми, пытаясь превратить свое тело в машину для бега, бокса или гребли, вместо того чтобы жить полноценной жизнью. *Спортивный идеал не является высшим идеалом здоровья; для здоровья лучше всего подходит общая активность, напоминающая занятия охотой и земледелием, которыми занимались ранние люди, чтобы прокормить себя.* Многие виды заводской работы задействуют только одну группу мышц. Дикари не вели однообразной жизни, а однообразие вредно как для мышц, так и для нервов.

Преимущества работы и игр перед гимнастическими упражнениями. Интерес, который возникает от выполнения полезной работы, делает мышечные нагрузки вдвойне полезными для здоровья. Поднимание гантелей, индийских дубин и грузов на блоках и их опускание снова может стать очень утомительным, даже если вы знаете, что эти упражнения полезны для здоровья. *Полезный труд и игры ставят перед вами конкретные цели и не требуют таких больших усилий воли и не истощают нервы так сильно, как просто упражнения.* Интерес к работе или игре помогает пробудить все нервы и мышцы к гармоничной работе.

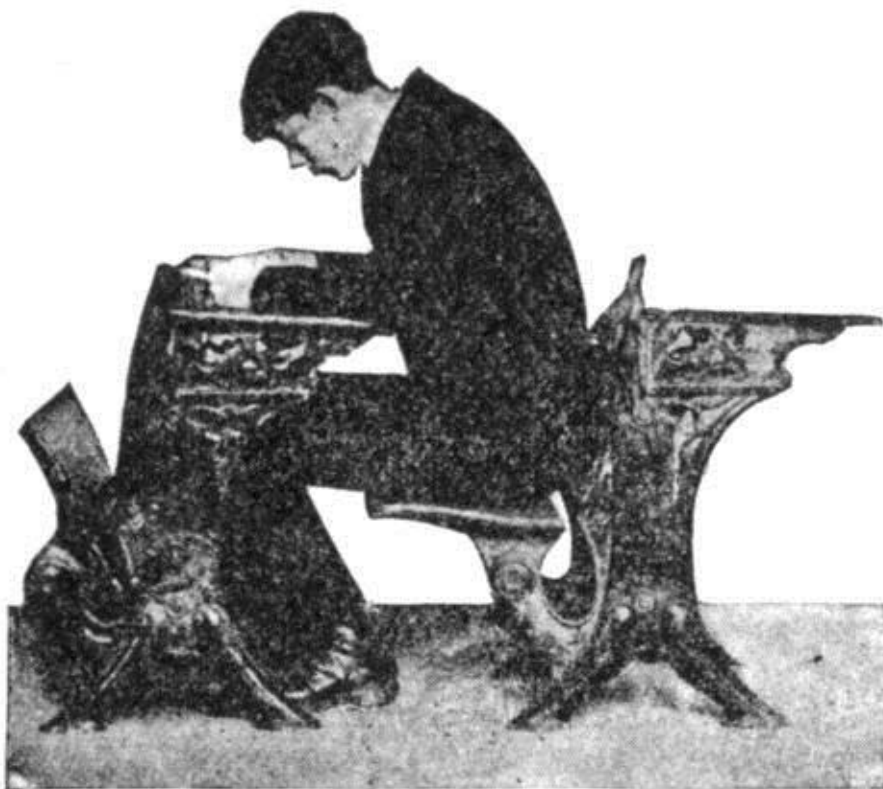


Рис. 49. — Слишком низкий стол. (Джеги.)

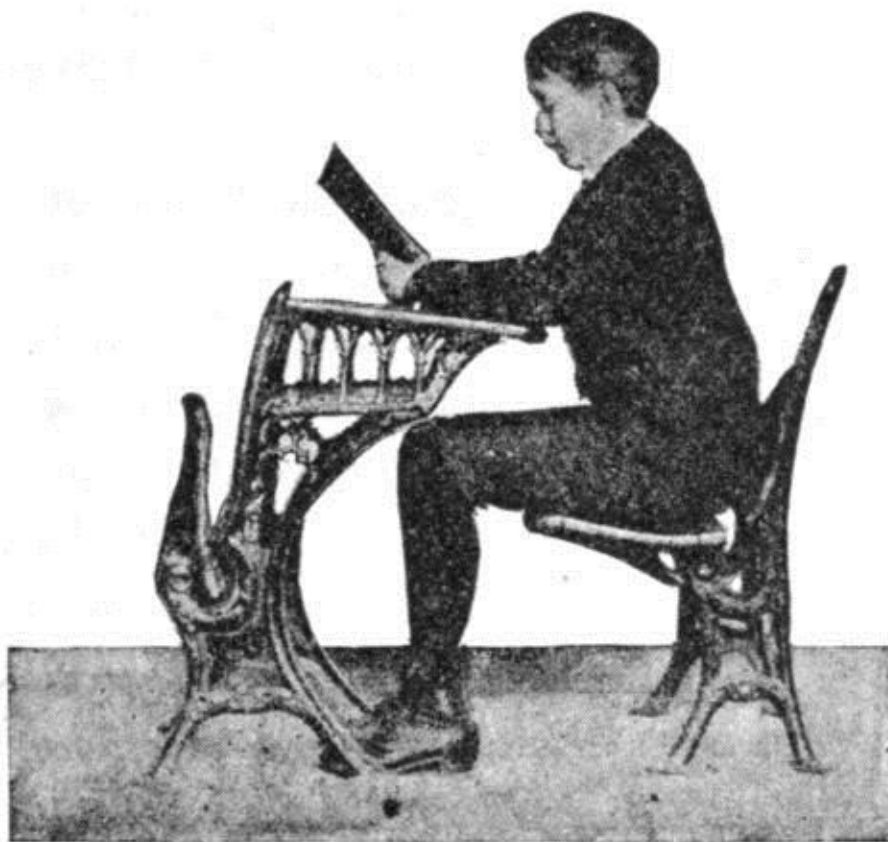


Рис. 50. — Правильное положение.



Рис. 51. — Скольжение вниз на сиденье.

Преимущество гимнастики перед работой и игрой. Гимнастика может обеспечить любое необходимое разнообразие упражнений и *развивать именно те мышцы, которые нуждаются в развитии, оставляя без дела те, которые переразвиты* в результате постоянного выполнения одного вида работы или постоянной игры в одну и ту же игру. Деформация плоской груди (и округлых плеч, которые всегда сопровождают ее) не так часто указывает на слабую грудь или маленькие легкие, как на слабые или расслабленные мышцы спины и привычку сидеть в расслабленной позе во время работы ([рис. 49, 50, 51](#)). Гимнастические упражнения не являются полностью искусственной привычкой. Кошки вытягиваются, поочередно вытягивая каждую лапу; многие животные резвятся и играют. Гимнастические упражнения под музыку с большим количеством учащихся интересны как работа или игра и не должны игнорироваться ни при каких условиях, какими бы важными ни были занятия.

Окружение древнего человека и современного человека. Хорошо развитый человек весом сто пятьдесят фунтов должен иметь шестьдесят фунтов мышц. Эта пропорция часто отличается у слабых тел среднестатистических цивилизованных людей, таких как клерки, коммерсанты, юристы и другие люди, занимающиеся сидячей работой; их тела могут быть как худыми и тощими, так и толстыми и дряблыми, так же как и правильно пропорциональными. Почему нормальный человек имеет 60 фунтов мышц вместо 20 фунтов хилых струн, которых было бы достаточно для клерка, студента или писателя? Это потому, что в своем естественном состоянии ему приходилось искать пищу, бродя по лесу, сражаясь с дикими зверями или другими дикими людьми, часто путешествуя много миль в день, лазая по деревьям и т. д.

Слишком быстрая смена окружающей среды; разрушительные тенденции цивилизации. — Человеческое тело не может сильно измениться за несколько сотен лет. Тело человека служило ему на протяжении многих веков для описанного выше образа жизни. Оно было приспособлено к этим условиям, и мышцы и органы, которые их поддерживают, не могут приспособиться к изменившимся условиям за несколько поколений. Прошло всего несколько сотен лет с тех пор, как предки британцев и германцев, например, бегали по немецким лесам, одетые в шкуры диких зверей. Однако цивилизованный человек не использует свои мышцы, он едет на трамвае или конном экипаже, чтобы проехать полмили, и на лифте, чтобы подняться на высоту тридцати футов. Он не использует все свои мышцы, кроме тех, которые двигают языком и пальцами правой руки. Он никогда не прилагает достаточно усилий, чтобы сделать глубокий вдох, и его легкие сжимаются и атрофируются. Он редко смотрит на что-либо, находящееся дальше, чем в нескольких сантиметрах от его носа, и его зрение слабеет. В то же время, пренебрегая своими мышцами и легкими, он перегружает свой мозг и желудок, но при этом ожидает, что его тело будет быстро меняться, чтобы соответствовать требованиям его жизни. Такие быстрые

изменения в человеческой расе невозможны. Человек, который не понимает, что *крепкое здоровье — это самое ценное в мире, за исключением чистой совести*, рискует разрушить свое счастье и не выполнить свой долг перед другими.

Вопросы для размышления. **Обувь. 1.** Какие недостатки может иметь обувь по размеру, форме, подошве, каблуку, носку, подъему. **2.** Назовите деформации, возникающие на коже стопы, ногтях, суставах, своде стопы, лодыжке, позвоночнике. **3.** Укажите влияние неудобной обуви на мышечную активность, ум и характер (). **4.** Укажите влияние нежелания ходить на мышцы и кровообращение. **5.** Если обувь слишком свободная, она скользит вверх и вниз по пятке и натирает кожу в этом месте; если слишком узкая, она давит на пальцы ног, что приводит к появлению мозолей или вросших ногтей. Ваша обувь была правильной, или она была слишком свободной или слишком узкой? Согласно этому тесту, какая доля людей носит слишком узкую обувь? **6.** Сколько случаев растяжения связок голеностопа вы знаете среди мальчиков; девочек? **7.** Почему люди, выросшие в теплом климате, имеют высокий свод стопы и короткие, широкие, эластичные стопы, а люди той же расы, которые провели детство в холодном климате, часто имеют длинные узкие стопы с низким сводом и иногда страдают деформацией, называемой «плоскостопие»?

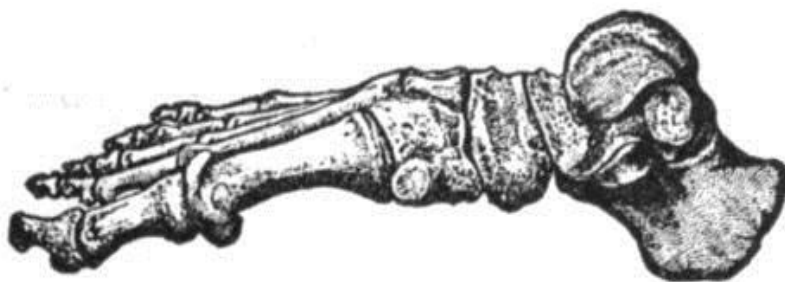


Рис. 52. — Свод стопы. Он образует эластичную пружину.

Инстинкт как руководство по использованию мышц. — Инстинктивное чувство, называемое *усталостью*, подсказывает нам, когда нужно отдыхать. Есть также *беспокойное, тревожное чувство*, которое охватывает нормального человека, когда ограничение и сдерживание мышц достигают нездорового предела. Это чувство не следует подавлять в течение длительного времени. Многие, движимые алчностью, амбициями, интересом к сидячей работе, глупым представлением о респектабельности или ложным понятием долга, подавляют это чувство и теряют его. Тогда появляется чувство вялости и нежелание заниматься той самой деятельностью, которая необходима для здоровья. Неучтенный инстинкт так же бесполезен, как будильник, который привычно игнорируют.

Физические упражнения и климат. В наших самых теплых штатах и в тропиках один час интенсивной физической работы в день в сочетании с обычной жизнедеятельностью позволит человеку оставаться в хорошей форме. В более холодных штатах необходимо ежедневно в течение нескольких часов заниматься физическими упражнениями.

Полноценная жизнь. Бесчисленное количество людей посвятили себя интеллектуальной деятельности и планировали поддерживать свое тело в хорошей форме с помощью гимнастики и специальных упражнений. Из-за однообразия упражнений почти во всех случаях они вскоре от них отказываются. *Самый безопасный способ — никогда не позволять всей энергии быть посвященной односторонней деятельности, а планировать свою жизнь и работу так, чтобы часть времени была посвящена какой-либо физической работе*, будь то в саду, мастерской или огороде; в ходьбе на большие расстояния до офиса; в переплетении книг, приготовлении пищи, резьбе по дереву или в любой другой полезной деятельности. Результаты физического воспитания показывают, что *физический труд способствует не только укреплению тела, но и укреплению духа*. Проблемы войны и охоты поддерживали активность как тела, так и ума дикаря. Поэтому он вел более полноценную жизнь, чем его цивилизованные потомки, и его тело было соответственно сильным. Мы должны признать безнадежность сохранения постоянного хорошего здоровья без мышечной активности и решить, что мышечные нагрузки должны стать такой же привычкой и удовольствием, как еда и сон.

Алкоголь и мускульная сила. — Бенджамин Франклин, один из мудрейших и величайших американцев, в молодости был печатником. В своей автобиографии он рассказывает о своем опыте работы печатником в Лондоне. Он пишет: «Я пил только воду; другие рабочие, которых было пятнадцать, были большими любителями пива. Иногда я носил по лестнице большие формы с типографскими буквами в каждой руке, в то время как другие носили только одну в обеих руках. Они

удивлялись, видя по этому и нескольким другим случаям, что «водяной американец», как они меня называли, был сильнее их, которые пили крепкое пиво. Мой товарищ по работе каждый день выпивал пинту перед завтраком, пинту за завтраком с хлебом и сыром, пинту между завтраком и обедом, пинту за обедом, пинту после обеда около 6 часов и еще одну, когда заканчивал свою дневную работу. Я считал это отвратительной привычкой, но он полагал, что нужно пить крепкое пиво, чтобы быть сильным для работы».

УПРАЖНЕНИЯ ПО ПИСЬМУ. — Правильный и неправильный способ езды на велосипеде. День выплаты зарплаты на фабрике. Изящная фигура: как ее приобрести; как ее потерять. Инженер-алкоголик и железнодорожная катастрофа.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ. **1.** Можем ли мы всегда контролировать произвольные мышцы? Дрожим ли мы с помощью произвольных или непроизвольных мышц? **2.** Если бы человек имел абсолютный контроль над своими дыхательными мышцами, что он мог бы делать, чего не может делать сейчас? **3.** Почему человек, употребляющий алкогольные напитки, вряд ли может быть хорошим стрелком? **4.** Почему молодой человек, желающий преуспеть в спортивных соревнованиях, должен воздерживаться от употребления табака? **5.** Есть ли какая-то связь между количеством физических нагрузок, необходимых для здоровья человека, и количеством богатства или интеллекта, которыми он обладает? **6.** Можете ли вы расслабить жевательные мышцы так, чтобы нижняя челюсть свободно качалась при встряхивании головой? Можете ли вы расслабить руку так, чтобы она опустилась, как веревка, если другой человек поднимет ее и отпустит? **7.** У среднего человека шестьдесят фунтов мышц и два фунта мозга; половина крови проходит через мышцы, а менее одной пятой — через мозг. Какой вывод можно сделать о том, какой образ жизни мы должны вести? **8.** Почему медленная ходьба не имеет большого значения как физическое упражнение? **9.** Как мы можем лучше всего доказать, что мы восхищаемся и уважаем наши замечательные тела? **10.** Почему способность полностью расслаблять мышцы очень полезна для здоровья? Как проверяется эта способность? ([Вопрос 6.](#)) **11.** Почему правильно говорить, что мышцы поддерживают скелет, а не наоборот?



ЦВЕТНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ 5. СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ.

1. Головные артерии (сонные).
2. Безымянные артерии (innominate).

3. Ключичная (подключичная) артерия.
 4. Большой изгиб аорты.
 5. Легочные артерии.
 6. Грудная аорта.
 - 7, 10. Брюшная аорта.
 8. Артерия печени (печеночная).
 9. Артерия к селезенке (селезеночная).
 11. Артерия к кишечнику (брыжеечная).
 12. Артерия к почке (почечная).
 13. Нисходящая полая вена.
14. Безымянная вена (безымянная, 15 и 16 перед разветвлением).
 15. Ключичная вена (подключичная).
 16. Яремная вена.
 17. Легочная вена.
 18. Восходящая полая вена.
 19. Вена из печени (печеночная).
 20. Вена из желудка (желудочная).
 21. Вена из селезенки.
 22. Вена из кишечника.
 23. Вена к печени (портальная).
 24. Вена из почки.
 25. Правая ушная раковина.
 26. Левое предсердие.
 27. Правый желудочек.
 28. Левый желудочек.
 29. Грудной проток.
 30. Желудок.
 31. Селезенка.
 32. Печень.
 33. Почки.
 34. Двенадцатиперстная кишка.
 35. Восходящая ободочная кишка.
 36. Нисходящая ободочная кишка.
37. Лимфатические железы брыжейки.

ГЛАВА V

КРОВООБРАЩЕНИЕ

Эксперимент 1. Анатомия сердца млекопитающих. — Приобретите у мясника сердце овцы или коровы. Приобретите целое сердце, а не только желудочки (как обычно продают). Обратите внимание на кровеносные сосуды, четыре камеры, толщину разных стенок, клапаны, связки, отверстия.

Эксперимент 2. Влияет ли гравитация на кровоток? — Держите правую руку над головой в течение нескольких минут. В то же время левую руку опустите прямо вниз. Затем соедините руки и посмотрите, какая из них более темно-красная из-за большего содержания крови. Теперь поменяйте положение рук на несколько минут и посмотрите, изменится ли эффект. (Весь класс.)

Эксперимент 3. Изучение крови человека. — Исследуйте каплю крови под микроскопом, сначала разбавив ее небольшим количеством слюны. См. [рис. 60](#).

Эксперимент 4. Кровообращение у лягушки. Оберните маленькую лягушку влажной тканью, положите на стеклянную пластинку, поместите под микроскоп и изучите кровообращение в перепонке ее лапки.

Эксперимент 5. (Весь класс.) **Влияние физических упражнений на пульс.** — Позвоните в колокольчик, когда секундная стрелка часов начнет отсчитывать минуту, и пусть ученики посчитают пульс на лучевой артерии на запястье над основанием большого пальца. Повторите в положении стоя, после гимнастики или перемены. Результат?

Эксперимент 6. Действие клапанов в венах. Поместите кончик среднего пальца на одну из крупных вен запястья; затем указательным пальцем погладьте вену в направлении локтя, чтобы вытеснить кровь из ее части, удерживая оба пальца на месте. Вена остается пустой между пальцами. *Поднимите палец ближе к сердцу, и кровь не поступит в вену; над ней находится клапан, который удерживает ее. Поднимите другой палец, и вена мгновенно наполнится.* Погладьте вену в направлении к руке и обратите внимание, что вены набухают в виде маленьких узелков в местах расположения клапанов. Погладьте в обратном направлении. Результат?

Эксперимент 7. Определение капиллярного давления. Его можно определить, прижав стеклянную пластину или стакан к покрасневшей части кожи. Когда кожа становится бледной, капиллярное давление уравнивается.

Эксперимент 8. Аварийные учения. Попросите одного ученика выйти вперед и отметьте синим мелом или карандашом место на его руке, где якобы находится порезанная вена. Попросите другого ученика использовать средства для остановки воображаемого кровотечения. **Эксперимент 9.** Попросите другого ученика остановить кровотечение из воображаемой порезанной артерии, отмеченной красным цветом. См. [текст](#). **Эксперимент 10.** В случае кровотечения из носа не позволяйте ученику наклоняться над миской. (Почему?) Пусть он стоит, а не лежит. (Почему? См. [эксперимент 2](#).) Приложите холодную воду, чтобы сузить артерии носа, а также попросите ученика подержать небольшой рулон бумаги или монету под верхней губой (чтобы оказать мышечное давление на артерии носа). **Эксперимент 11.** Пусть один ученик окажет помощь другому при ушибе (см. [стр. 62](#)). **Эксперимент 12.** Учения по оказанию первой помощи при обмороке (см. [стр. 57](#)).

Клетки имеют жидкий дом. — Клетки в организме человека, как и амеба, живут в водной жидкости. Эта жидкость называется *лимфой*. Клетки не могут передвигаться, как амеба, чтобы добывать пищу, поэтому *кровь* доставляет пищу к ним, и она проникает через кровеносные сосуды в лимфатические пространства рядом с клетками (см. [цветную рис. 3](#)). Амеба выделяет отходы в воду; клетки организма выделяют их в лимфу, чтобы они были выведены кровообращением. Таким образом, кровь выполняет *две функции*: (1) доставляет питательные вещества к тканям; (2) выводит из них отходы.

Органы кровообращения — это *сердце*, которое прокачивает кровь; *артерии*, которые отводят кровь от сердца; *вены*, которые возвращают кровь к сердцу; и *капилляры* ([рис. 53](#)), которые переносят кровь из артерий в вены.

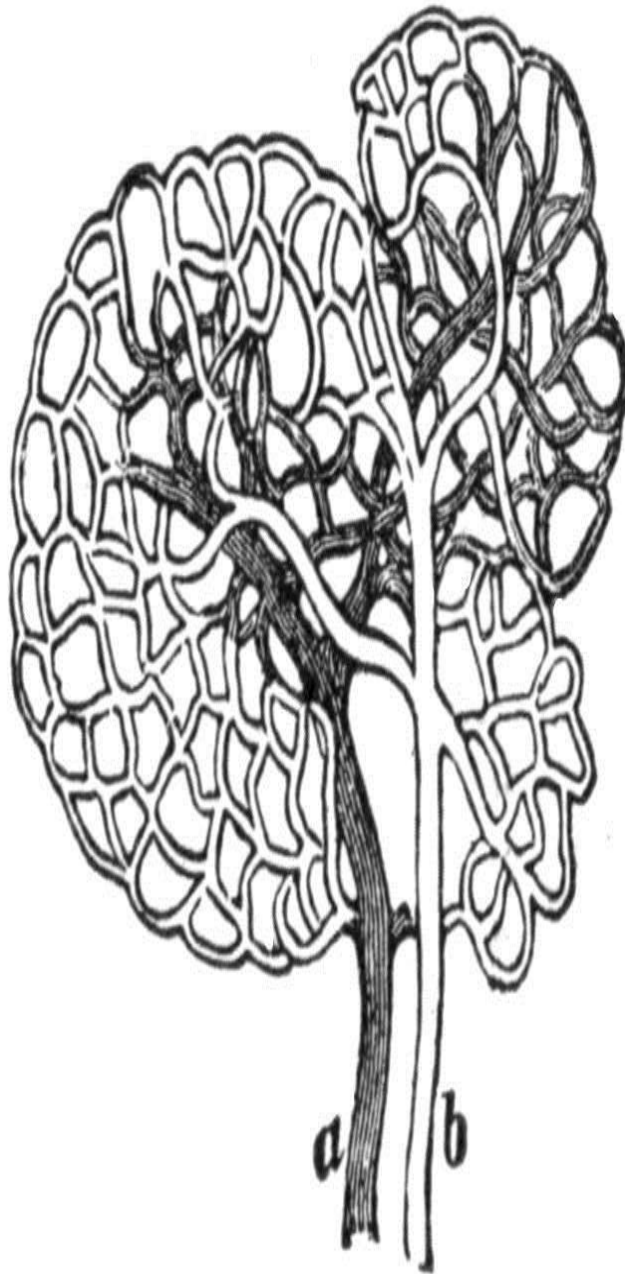


Рис. 53. Капилляры, соединяющие артерию (b) с веной (a).

Сердце — это конусообразный орган размером примерно с кулак его владельца. Оно расположено в диагональном положении за грудиной, причем меньший конец конуса направлен влево. Меньший конец ([Exp. 1](#)) ударяется о грудную стенку в точке между пятым и шестым ребрами с левой стороны. Грудина и ребра защищают его от ударов. Окружающая мембрана, называемая *перикардом*, выделяет серозную жидкость и уменьшает трение от его биения.

Почему сердце двойное. — Должна быть помпа, которая перекачивает нечистую кровь из тела в легкие для получения кислорода из воздуха, и должна быть другая помпа, которая отправляет чистую кровь из легких обратно в тело. Поэтому есть две помпы, соединенные в одно сердце, бьющееся одновременно, как два человека, идущие в ногу, или как два плотника, работающие в такт своими молотками. В сердце, как и в других насосах, есть клапаны. Эти клапаны устроены таким образом, что когда любая часть сердца сокращается и проталкивает кровь вперед, кровь не может вернуться обратно после того, как эта часть сердца расслабляется. Насосы расположены один за другим? Или один над другим? Ни то, ни

другое; они расположены рядом, с мясистой перегородкой между ними ([рис. 54](#)). Насос справа перекачивает нечистую кровь из тела в легкие, а насос слева перекачивает чистую кровь из легких в тело. Между правой и левой сторонами сердца нет прямой связи.

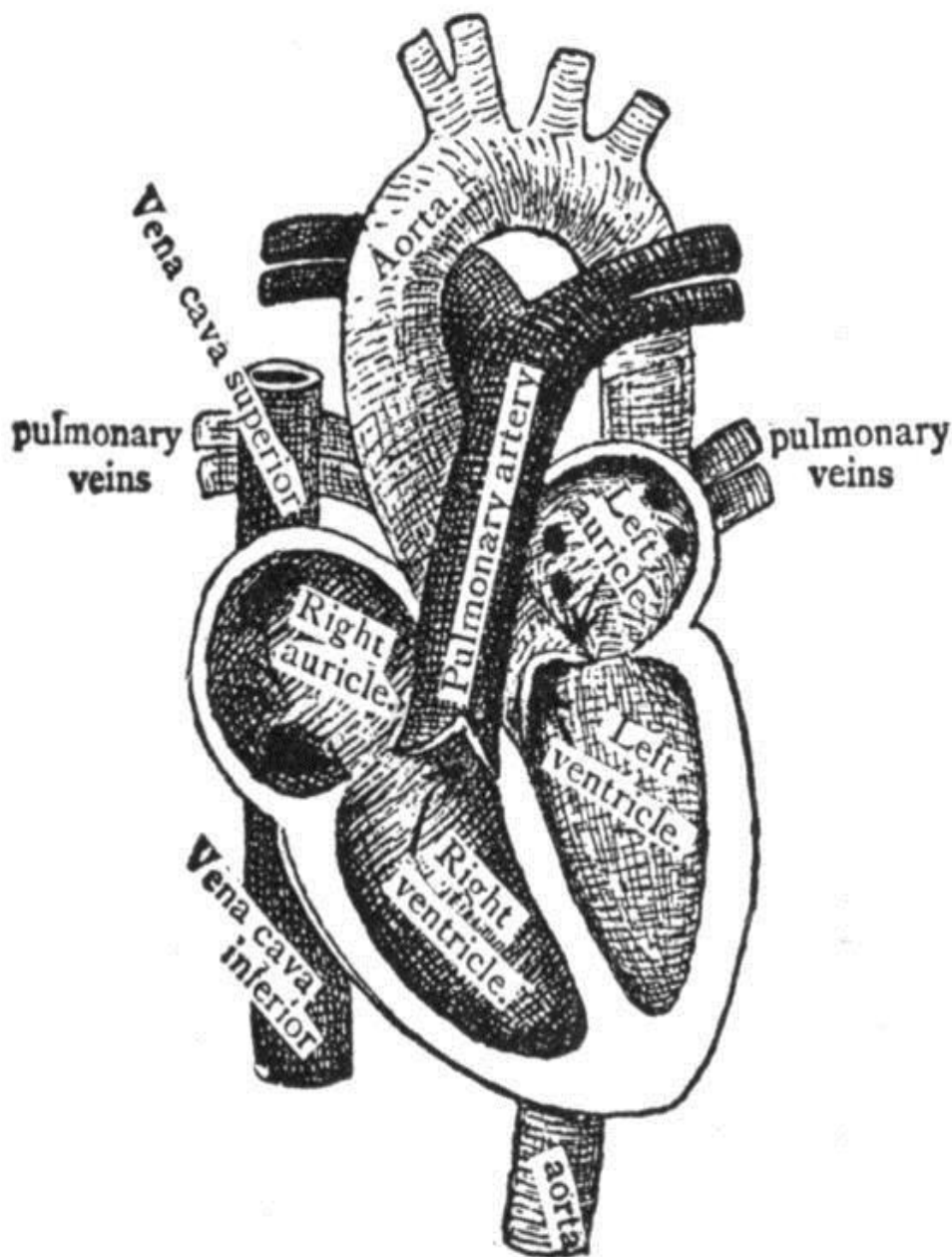


Рис. 54. — СХЕМА СЕРДЦА.

Обратите внимание на два темных пятна в правом предсердии и четыре темных пятна в левом предсердии, где впадают вены. Аорта проходит перед или за легочной артерией?

Чтобы проследить один полный круг кровообращения ([рис. 54](#)), начнем с крови в капиллярах внешних тканей, таких как кожа или мышцы. Кровь проходит через мелкие вены, которые объединяются в две крупные вены, через которые она поступает в приемную камеру, или *правое предсердие*, проходит через *трехстворчатый клапан* в выталкивающую камеру, или *правый желудочек*, затем через *полулунный клапан* в *легочную артерию*, ведущую к легким. Очищаясь при прохождении через *капилляры легких* (), кровь проходит через *легочные вены* в *левое предсердие* ([рис. 54](#)), затем через *двустворчатый* или *митральный клапан* в *левый желудочек*, откуда она проталкивается через *полулунный*

клапан в самую большую артерию организма (), называемую *большой аортой* (рис. 54). Оттуда она поступает в более мелкие артерии, а затем в капилляры тканей в целом, завершая таким образом круговорот.

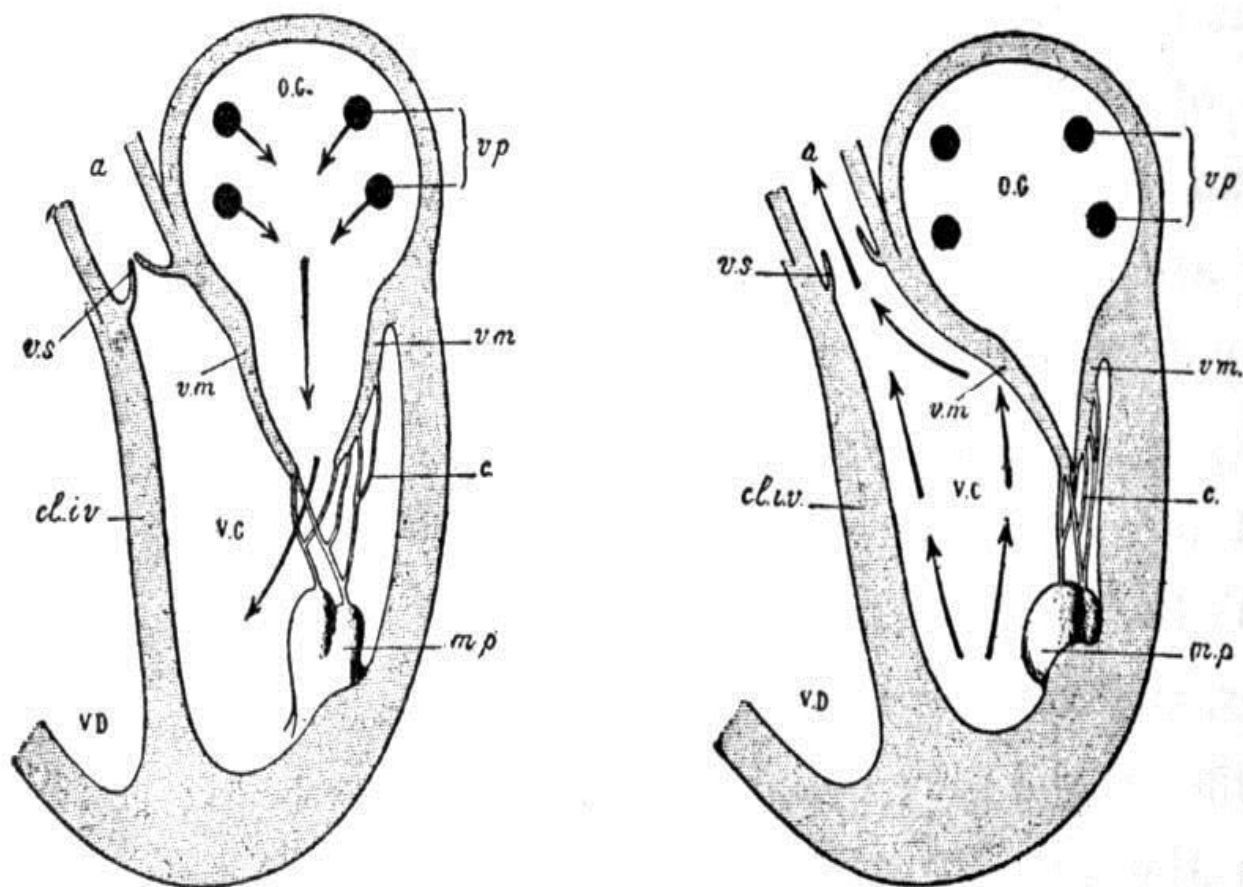


Рис. 55. — ЛЕВАЯ СТОРОНА СЕРДЦА (схема), показывающая левый желудочек в момент расслабления и приема крови из предсердия; и то же самое в начале сокращения для отправки крови в аорту. Обратите внимание на действие клапана.

Строение вен и артерий. При микроскопическом исследовании артерии и вены показывают, что они состоят из *трех видов тканей*, расположенных в *три слоя* (рис. 56): ткань, напоминающая эпителиальную ткань (гл. 1), в качестве внутренней оболочки для уменьшения трения; внешняя соединительная ткань (гл. 1), придающая эластичность; и средний слой мышечной ткани, позволяющий сосудам изменять свой размер. Давайте посмотрим, почему кровеносные сосуды должны обладать этими тремя свойствами.

Почему кровеносные сосуды должны быть эластичными. Аорта и ее ветви всегда полны крови. Когда левый желудочек с его сильными мышечными стенками сокращается, кровь в аорте и мелких кровеносных сосудах *не может двигаться вперед достаточно быстро, чтобы освободить место для новой порции крови, которая так внезапно поступает из желудочка*. Куда может пойти эта кровь? Если чашка полна, она не может стать еще полнее; с артерией дело обстоит иначе. Эластичная соединительная ткань позволяет ей расширяться, как резиновый шланг под давлением. Первая часть аорты, расширившись, чтобы принять поступающую кровь, *растянутые стенки сокращаются* благодаря эластичности внешней соединительной ткани *и выталкивают кровь в следующую часть аорты*, заставляя ее, в свою очередь, расширяться. Таким образом, *волна расширения* распространяется по артериям. Эта волна называется *пульсом*.

Пульс легче всего прощупать на запястьях и шее. Когда артерия растягивается и возвращается в исходное положение, ощущается одно ударение пульса. У мужчин в минуту происходит около *семидесяти ударов сердца или пульса*. У женщин частота составляет около *восемидесяти ударов* в минуту. Она самая медленная, когда человек лежит, быстрее, когда он сидит, еще быстрее, когда он стоит, и самая быстрая во время бега или интенсивных физических упражнений.

(Эксперимент 5.) Не следует думать, что мышечный или средний слой артерии активно сокращается и помогает передавать пульсовую волну; эта волна является просто пассивным растяжением и сокращением внешней соединительной оболочки и распространяется как волна, пересекающая пруд, когда в воду бросают камень. Сила пульса обеспечивается не сократительными мышечными волокнами в артерии, а ударами сердца; внешняя оболочка, или соединительная ткань, позволяет пульсу распространяться. Почему для изменения размера необходимо наличие средней, или мышечной, оболочки?

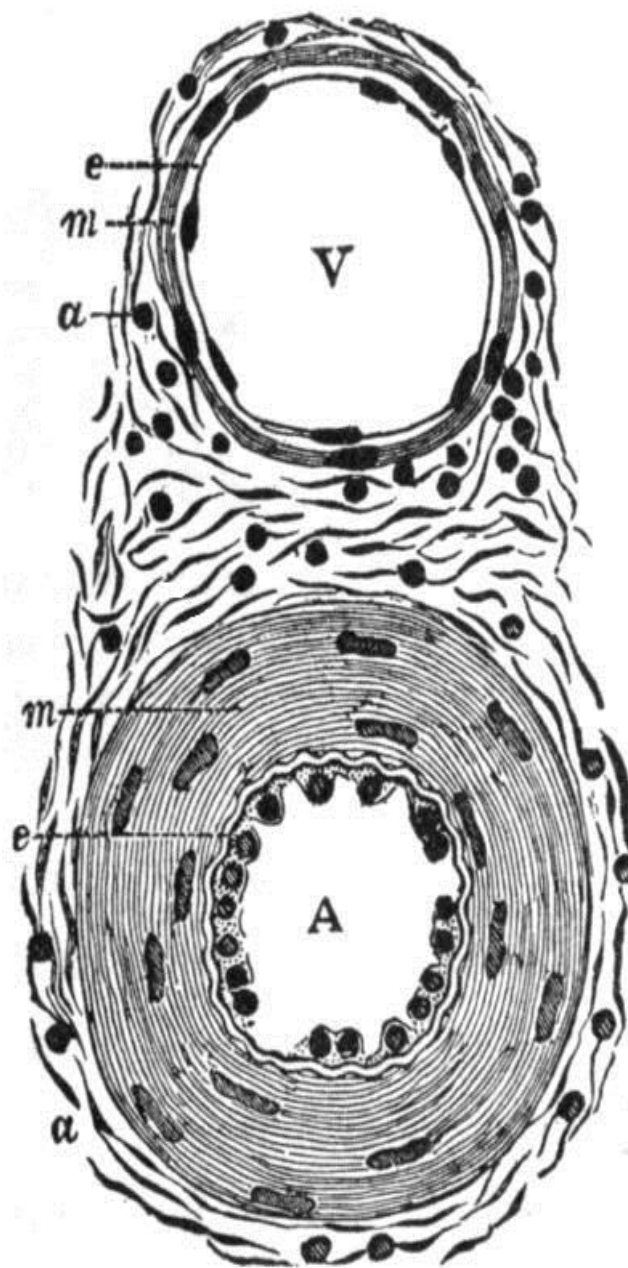


Рис. 56. — СРЕЗ АРТЕРИИ А И ВЕНЫ V, ПОКАЗЫВАЮЩИЙ ВНУТРЕННИЙ СЛОЙ *e* (эндотелиальный), средний слой *m* (мышечный) и третий слой *a* (соединительная ткань).

Использование средней оболочки; количество крови и ее распределение. Тело взрослого человека содержит около пяти литров крови. Кровь обеспечивает питание, необходимое для деятельности каждого органа. Чем интенсивнее работа любого органа, тем большее количество крови требуется. *Общее количество крови в организме не может быть увеличено внезапно, но мышечный слой артерий, идущих к работающему органу, расслабляется и позволяет артериям расширяться под давлением сердца.* В результате больше крови поступает к активному органу, а другие органы на время обходятся меньшим количеством крови. Когда мы учимся, наш мозг получает больше крови; когда мы бегаем, больше крови

поступает к мышцам ног (); после сытного ужина желудок и кишечник получают больше крови, чем любые другие части тела. Почему так сложно одновременно хорошо учиться и переваривать пищу? Мы видим, что мышечная оболочка артерий очень полезна, поскольку она позволяет *увеличить поступление крови в любой орган, который временно в ней нуждается*.

Почему кровеносные сосуды должны быть гладкими. Внутренняя оболочка сердца и других кровеносных сосудов состоит из ткани, похожей на эпителиальную ткань, которая образует эпидермис и гладкую выстилку рта и других органов. *Цель этой выстилки — уменьшить трение и тем самым снизить нагрузку на сердце.* Трение наиболее сильное в капиллярах из-за их небольшого размера. Внутренняя оболочка из гладких клеток — единственная оболочка, которая удлинится, образуя капилляры (см. [рис. 57](#)).

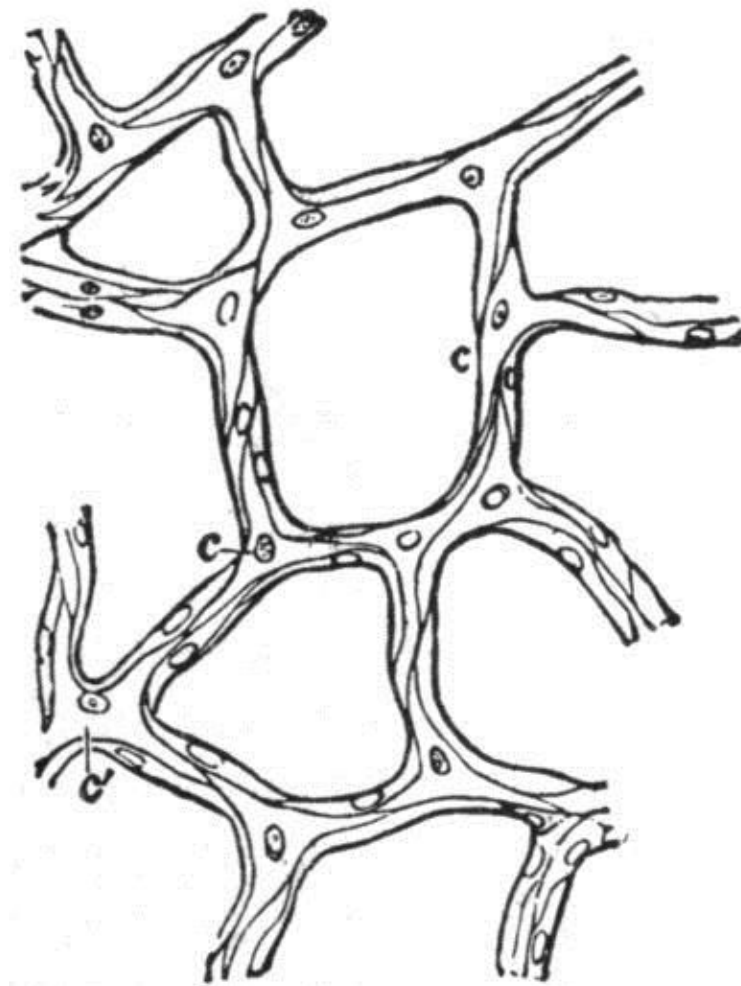


Рис. 57. Увеличенные капилляры, показывающие клетки, образующие их стенки. Обратите внимание, что каждая клетка имеет ядро и три ветви.

Капилляры маленькие, тонкие, короткие и очень многочисленные. *Они очень маленькие, чтобы проходить между клетками тканей. Капилляры очень тонкие, чтобы питательные вещества из крови могли легко проникать в ткани, а отходы легко попадали в кровь. Они очень короткие, чтобы уменьшить трение, и очень многочисленные, чтобы все части тканей могли снабжаться кровью, а кровь могла очень медленно течь по ним.* Из-за большого количества капилляров их общий объем в несколько сотен раз превышает объем артерий, впадающих в них, или вен, вытекающих из них. Поэтому кровь течет медленно по капиллярам, как вода течет медленно по озеру по течению реки. Все изменения между кровью и легкими, а также между кровью и тканями происходят в капиллярах, и задача других частей кровеносной системы состоит лишь в том, чтобы непрерывно перемещать кровь по капиллярам.

Влияние силы тяжести заключается в замедлении кровотока в определенных частях тела и ускорении его в других частях, в зависимости от положения тела ([эксперимент 2](#)).

Обморок обычно вызван *недостатком крови в мозге*, который, в свою очередь, является результатом ослабления сердечного ритма. Поскольку мозг не может работать без свежей крови, обморок сопровождается потерей сознания. Восстановлению после обморока способствует расстегивание одежды на шее () и опускание головы пациента немного ниже уровня тела, чтобы вес крови способствовал ее притоку к мозгу. Брызги холодной воды на лицо вызывают шок нервов и стимулируют сердце к более сильным сокращениям.

Вены имеют клапаны, расположенные на всем их протяжении ([рис. 58](#)). Эти клапаны представляют собой карманы, образованные складкой внутренней оболочки стенки вены. Когда мальчик кладет руку в карман, карман выпячивается, но если он потирает руку снаружи кармана снизу вверх, он сглаживается. То же самое происходит с кровью, воздействующей на клапаны в венах. (Повторите [эксперимент 6](#) в классе.)

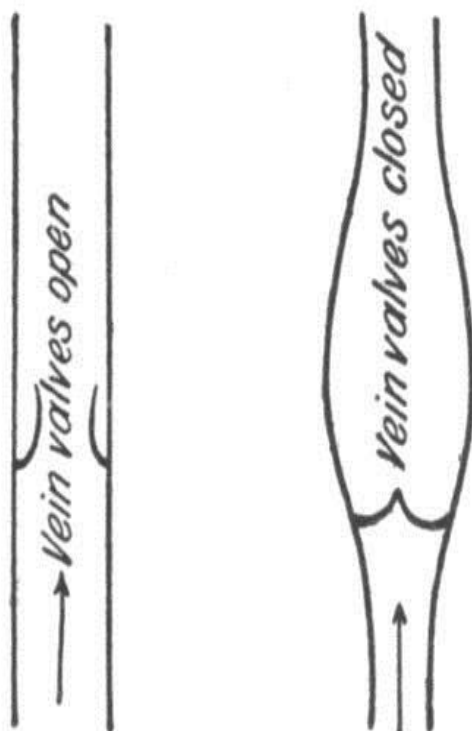


Рис. 58. Клапаны в венах. (Jegi.)

Как мышечные упражнения помогают сердцу. — Когда мышца сокращается, она затвердевает и давит на вену, проходящую через мышцу, и кровь выдавливается из вены (см. [рис. 58](#)). Кровь не может поступать в капилляры, потому что клапаны наполняются и закрываются, когда она начинает двигаться в этом направлении; поэтому она должна поступать в сердце. Когда мышца расслабляется, кровь, которая была вытеснена вперед, не может вернуться обратно из-за клапанов, но клапаны, расположенные ближе к капиллярам, открываются, и вены наполняются кровью из капилляров ([рис. 53](#)). Когда мышца снова сокращается, тот же эффект на движение крови повторяется. Таким образом, мы видим, что каждая сокращающаяся мышца превращает проходящую через нее вену в насос, и когда человек работает или занимается физическими упражнениями, по всему телу работают многочисленные маленькие насосы, помогая сердцу в его функции. Эта помощь ускоряет кровоток и освобождает сердце от части его работы, так что оно бьется быстрее, точно так же, как лошадь может бежать быстрее, если другая лошадь помогает ей тянуть груз ([эксперимент 3](#)). Давление сокращающейся мышцы на артерию не способствует кровотоку в артерии, поскольку последняя не имеет клапанов.

Как дыхание помогает сердцу. Дыхание — это процесс перекачки крови, а также процесс обновления воздуха. Когда грудная клетка расширяется, кровь поступает в нее. Когда грудная клетка сжимается, это способствует оттоку крови из нее. Когда грудная клетка расширяется, давление вниз большой широкой мышцы, диафрагмы ([рис. 74](#)), сдавливает печень, желудок и другие органы брюшной полости и выталкивает венозную кровь вверх, в расширяющуюся грудную клетку, тем

самым помогая ей продвигаться к сердцу. Но если брюшная стенка ослаблена тугим шнуровкой или давлением ремней и лент, которые поддерживают одежду, слабая брюшная стенка поддается давлению диафрагмы вниз, и сдавливание печени или помощь кровообращению не происходят.

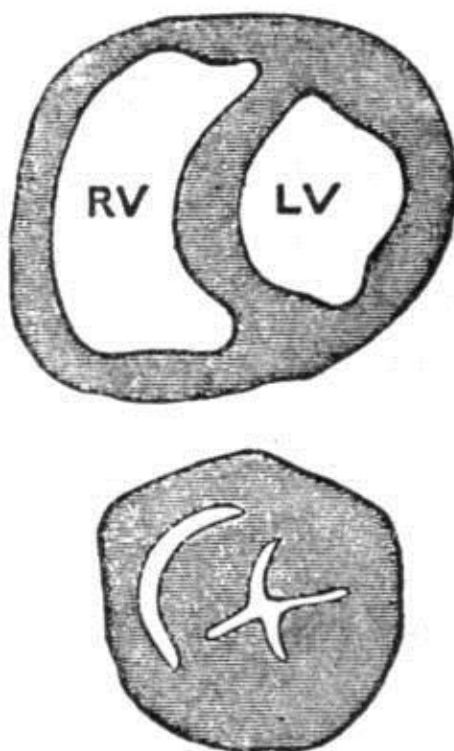


Рис. 59. — Желудочки сердца собаки в расслабленном состоянии (вверху) и в сокращенном состоянии (внизу).

Как контролируются кровеносные сосуды. Очевидно, что кровеносные сосуды не регулируются волей. Мы не можем добровольно ускорить сердцебиение или замедлить его работу. Даже актер не может по своей воле побледнеть или покраснеть. Это связано с тем, что мелкие мышцы в стенках кровеносных сосудов являются непроизвольными мышцами. Они контролируются нервами симпатической системы, называемыми вазомоторными. Они не подчиняются воле (см. [рис. 25](#)). Нервный центр, контролирующий кровеносные сосуды, расположен в верхней части спинного мозга у основания головного мозга. Когда холодный воздух попадает на кожу, нервы около артерий стимулируются, артерии в коже сокращаются, и кожа становится белой. Когда тепло от горячего огня попадает на кожу, нервы успокаиваются, артерии расслабляются, и лицо становится красным. Когда желудок наполнен пищей, сердце бьется быстрее и посылает больше крови, чтобы помочь пищеварению. Когда мы быстро бегаем, сердце бьется быстрее, чтобы снабдить мышцы большим количеством крови, но оно замедляется, когда наступает сон, чтобы тело и мозг могли отдохнуть.

Составляющие крови. Кровь, которая течет из порезанного пальца, кажется ярко-красной. Однако, если посмотреть на каплю крови под микроскопом, можно увидеть, что сама жидкость () почти прозрачна, как вода. Эта жидкость называется *плазмой*. В ней плавают миллионы двояковыпуклых дисков, содержащих пигмент (гемоглобин), который придает крови красный цвет. Эти диски называются *красными кровяными тельцами* ([рис. 60](#)). В крови также встречаются несколько тел неправильной формы, ядросодержащих и почти прозрачных, которые называются *белыми кровяными тельцами*. Красные кровяные тельца перемещаются только туда, куда их несет плазма ([эксперименты 3, 4](#)). Белые кровяные тельца иногда полностью покидают кровеносные сосуды. Иногда можно увидеть тельце в форме гантели, половина которого проходит через стенку кровеносного сосуда, а половина остается в кровеносном сосуде. После того, как тельце вышло, не обнаруживается никакого отверстия, которое могло бы объяснить его таинственное прохождение. *Белые кровяные тельца состоят из протоплазмы. Красные кровяные тельца не содержат протоплазмы. Следовательно, последние на самом деле не являются живыми.*

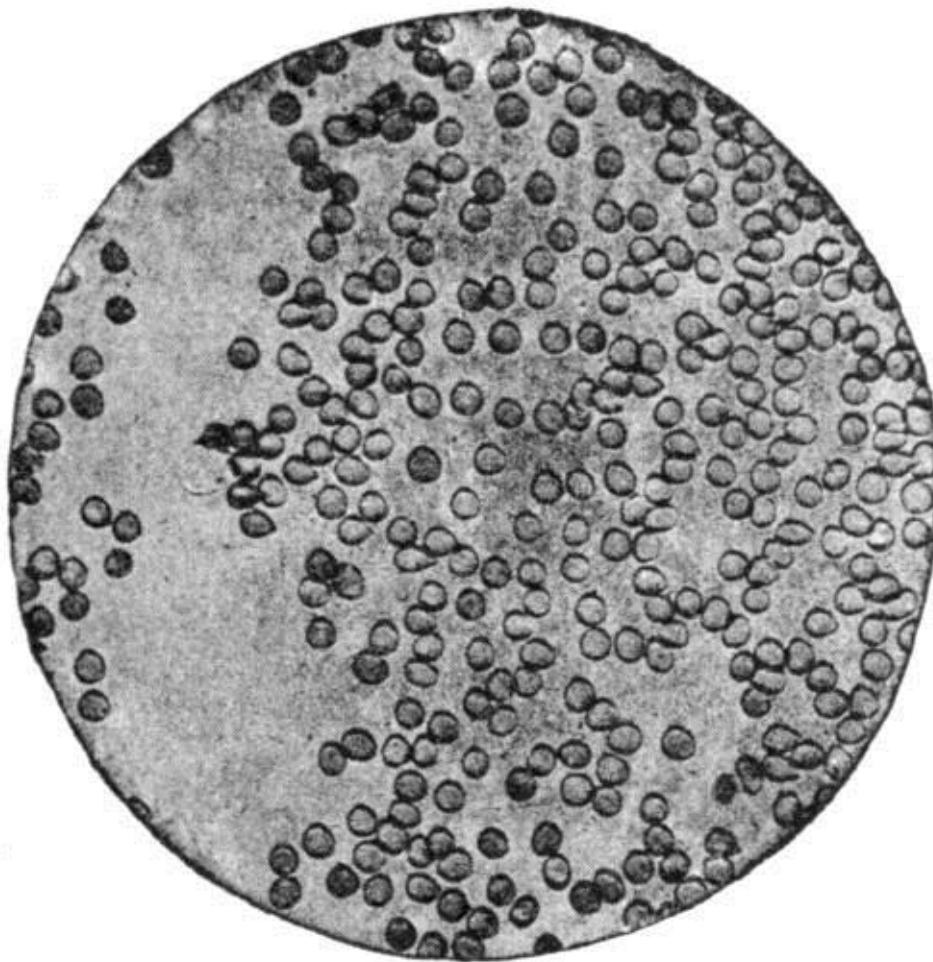


Рис. 60. Клетки крови человека (увеличение 40 000 раз), на левой стороне видно много красных кровяных телец и одно белое кровяное тельце, большее по размеру, чем красные кровяные тельца. (Пибоди.)

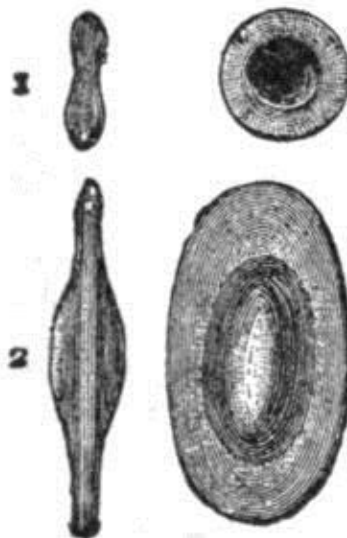


Рис. 61. — Боковой и фронтальный вид красных кровяных телец лягушки и человека, нарисованных в одном масштабе. Сравните контуры, вогнутость, диаметры.

Функции каждой части крови. *Плазма* поддерживает кровь в жидком состоянии, чтобы она могла легко течь; плазма также транспортирует пищу, которая была съедена и

переварилась, и доставляет углекислый газ в легкие, а другие отходы — в почки. *Красные кровяные тельца* транспортируют кислород из легких в ткани. *Белые кровяные тельца* поглощают и уничтожают раздражающие частицы, такие как лекарства, яды и микробы. Они играют важную роль в очищении крови и защите от болезней. Одно из них показано на [рис. 60](#).

Звуки сердцебиения можно услышать, приложив ухо к груди. Их два: *длинный, глухой* звук и *короткий, чистый*. Первый возникает от вибрации двустворчатого клапана вместе с необъяснимым тоном, возникающим от сокращения крупных мышц, в данном случае стенок желудочков. Второй, или короткий, чистый звук, возникает от внезапного закрытия и вибрации полулунных клапанов.

Изменения в составе крови при прохождении через различные органы. Когда кровь выталкивается сердцем, часть ее поступает в желудок и кишечник через артерии, которые делятся на капилляры. Эти капилляры *поглощают все виды пищи* из пищеварительного канала, кроме жиров (см. [стр. 64](#)), и объединяются, образуя воротную вену, которая доставляет поглощенную пищу в печень. В печени некоторые *примеси крови сжигаются* и превращаются в желчь. Очищенная и насыщенная питательными веществами кровь транспортируется из печени в сердце, где она снова попадает в общий кровоток. Кровоток из пищевода через воротную вену и печень к сердцу, как только что описано, называется *воротным кровообращением*.

Почечное кровообращение. Две ветви аорты переносят кровь к *почкам*. Там из нее удаляются *мочевина и большое количество воды*, а очищенная кровь поступает в крупную вену, ведущую к сердцу.

Легочное кровообращение ([рис. 67](#)). Это кровообращение через легкие. Во время этого кровообращения из крови *удаляется углекислый газ* и добавляется *кислород*.



Рис. 62. Сгусток крови, отделенный от сыворотки.

Некоторые примеси и большое количество воды выделяются из крови при ее прохождении через кожу.

Свертывание. — Пока кровь находится в неповрежденном кровеносном сосуде, она остается жидкой. Через несколько минут после вытекания из кровеносного сосуда она превращается в жесткую, *желеобразную массу, называемую сгустком* ([рис. 62](#)). Процесс образования сгустка называется *свертыванием* и происходит под действием *белкового*

вещества, называемого фибрином, которое всегда присутствует в плазме здоровой крови. При м контакте с воздухом *фибрин образует сеть тонких нитей по всей массе* (рис. 63), и кровяные тельца запутываются в сетке. Сгусток состоит из фибрина плазмы и кровяных телец; водная часть плазмы, называемая *сывороткой*, отделяется от сгустка (рис. 62). Свойство свертываться является важной защитной функцией, так как сгусток часто закупоривает разорванный кровеносный сосуд. В чем разница между сывороткой и плазмой?

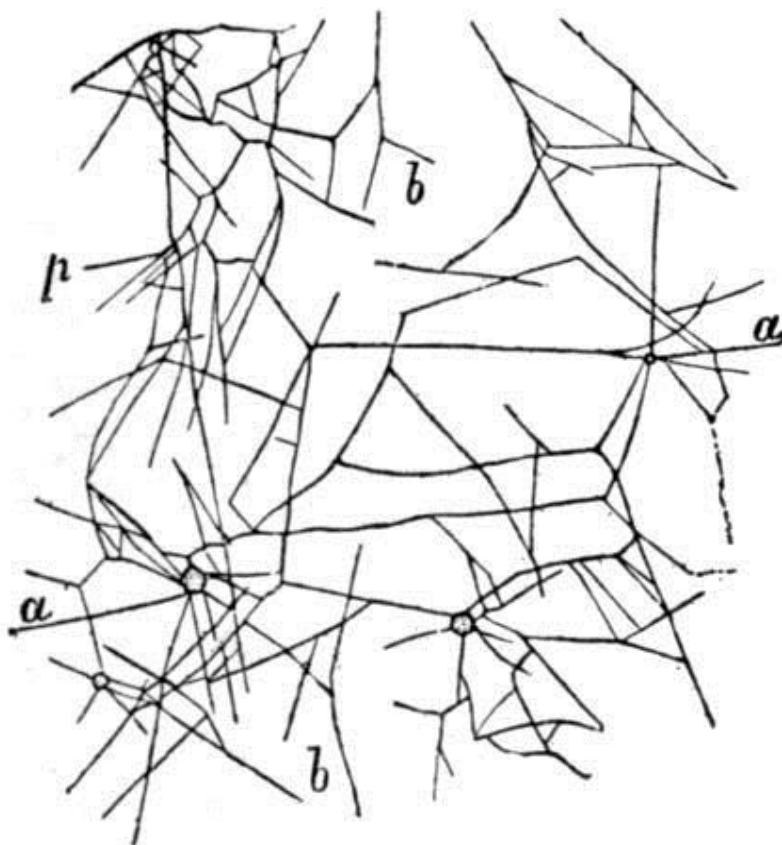


Рис. 63. Сеть фибрина в крови человека (увеличено).

Сравнение вен и артерий. Вены имеют *тонкие, мягкие стенки*, а артерии — *толстые, прочные, эластичные стенки*. При перерезании вены ее обычно можно закрыть, сдавливая стенки конца. Если артерия перерезана, ее *стенки не срастаются легко*, а часто остаются открытыми до тех пор, пока конец артерии не будет перевязан. По этой причине, а также потому, что артерия подвергается прямому давлению сердца, перерезанная артерия представляет большую опасность для жизни, чем перерезанная вена. Благодаря прочности артерий и тому, что они *расположены близко к костям*, они реже подвергаются перерезанию, чем вены, которые более мягкие и находятся ближе к поверхности. Вены начинаются в капиллярах и *впадают в предсердия*; артерии начинаются в желудочках и впадают в капилляры; в начале каждой артерии находится полулунный клапан.

Порезы и ушибы. 1. *Проймите порез под проточной водой.* 2. *Остановите кровотечение.* Это можно сделать, промыв рану холодной водой. Подъем поврежденной руки или ноги значительно поможет крови сформировать сгусток в месте раны. 3. Плотнo забинтуйте рану полоской ткани и зашейте конец. Держите влажной часть повязки, где находится порез; это снижает температуру раны. Может потребоваться закрыть зияющую рану полосками хирургического пластыря, наложенными поперек пореза. Часто бывает полезно использовать платок, сложенный сначала треугольником, а затем узкой повязкой. Разрезанную артерию можно отличить от разрезанной вены по более яркому *цвету крови* и

более сильному кровотоку при каждом ударе сердца, в то время как кровоток из вены является равномерным. Давление для остановки кровотока из артерии следует прикладывать между разрезом и сердцем, но когда кровь течет из вены, давление следует прикладывать к стороне разреза, наиболее удаленной от сердца.

Немедленно приложите горячую воду на несколько минут к **ушибу**. Ушиб или порез можно промыть слабым раствором какого-либо антисептика, например, карболовой кислоты. После промывания ушиба его можно перевязать тканью, пропитанной гаммелисом или арникой.

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Эта система содержит и транспортирует жидкость, называемую лимфой. Она состоит из лимфатических пространств, лимфатических трубок, лимфатических сосудов () и лимфатических желез. *Лимфа почти соответствует крови без красных кровяных телец.* Это знакомая жидкость, которую можно увидеть в волдыре или вытекающую из ссадины кожи без повреждения кровеносного сосуда.

Необходимость лимфы и лимфатических пространств. Организм не может получать питание из альбумина, сахара, кислорода и других переработанных пищевых веществ, содержащихся в крови, пока эти вещества не выйдут из кровеносных сосудов. Пищевые вещества выходят из крови через тонкие стенки капилляров. Многие клетки не соприкасаются с капиллярами, и *лимфа проникает в пространства между клетками, чтобы достичь их* (см. [цветную рис. 3](#)). Если бы не было лимфатических пространств, эти клетки не могли бы получать питание. Лимфа омывает клетки, и клетки поглощают из питательной жидкости то, что им нужно. Красные кровяные тельца, несущие кислород, не могут проходить через стенки капилляров. Кислород, будучи газом, легко проходит через стенки и достигает клеток через лимфу в лимфатических пространствах. Отходы должны возвращаться в кровь; углекислый газ проходит обратно через стенки капилляров и поступает в легкие; как проходят обратно другие отходы, образующиеся в клетках, будет объяснено вскоре.

Необходимость лимфатической системы. *Плазма постоянно проникает в ткани, но не может напрямую возвращаться в кровь.* Лимфа содержит отходы, которые необходимо удалить, а также много неиспользованной пищи, которую природа, как экономная хозяйка, снова предложит тканям. *Существуют сосуды, называемые лимфатическими, которые возвращают лимфу в кровь* (см. [рис. 64](#)).

Лимфатическая циркуляция ([рис. 64](#)).—Кровоток не начинается и не заканчивается, а образует бесконечный круг. Бесчисленные *лимфатические сосуды начинаются с открытыми концами в лимфатических пространствах между клетками* ([цветной рис. 3](#)). Меньшие лимфатические сосуды объединяются в более крупные, пока в конце концов все они не объединяются в два больших сосуда, которые впадают в крупные вены под ключицами, около шеи. Тот, который впадает под левой ключицей (3, [рис. 66](#)), называется *грудным протоком*, потому что он проходит вверх через грудную клетку прямо перед позвоночником (1, [рис. 66](#)). Другой, расположенный с правой стороны шеи, называется *правым лимфатическим протоком* (см. [рис. 64, 65](#)).

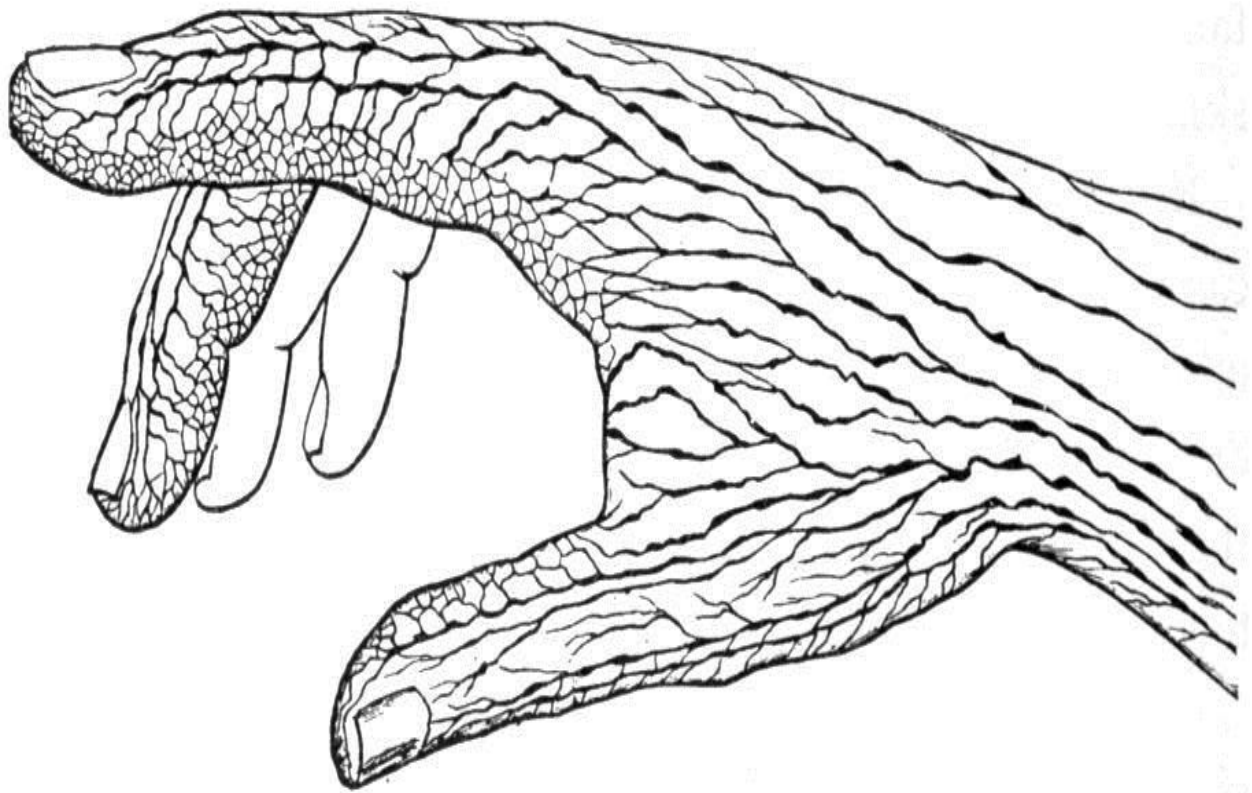


Рис. 64. — Поверхностные лимфатические сосуды кисти.

У людей, страдающих *водянкой*, лимфа скапливается в лимфатических пространствах и не отводится лимфатическим потоком. Водянка обычно проявляется сначала отеком стоп и голеней ниже колена. (Почему? См. [эксперимент 2](#).)

В брюшной полости находится группа лимфатических сосудов, называемых *молочными*, которые выполняют функцию поглощения перевариваемых жиров из кишечника ([рис. 66, 100](#) и [цветной рисунок 2](#)).



Рис. 65. — СХЕМА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ДВЕ ЧАСТИ ТЕЛА, ДРЕНИРУЕМЫЕ ДВУМЯ ЛИМФАТИЧЕСКИМИ ПРОТОКАМИ.

Что заставляет лимфу течь? — Сердце не заставляет, поскольку его давление не передается за пределы кровеносных сосудов. *Последовательные сокращения работающих мышц* продвигают лимфу в лимфатических сосудах так же, как кровь продвигается в венах, а клапаны предотвращают ее обратное движение. При езде на рысающей лошади или в трясущемся транспортном средстве лимфа продвигается за пределы клапанов при каждом толчке ([рис. 64](#)). Без физических упражнений лимфа застаивается, и организм отравлен собственными отходами. При каждом расширении легких лимфа вытягивается в грудную клетку, а при каждом сокращении выталкивается из нее. Глубокое дыхание приносит организму такую же пользу, перемещая застоявшуюся лимфу, как и очищая кровь.

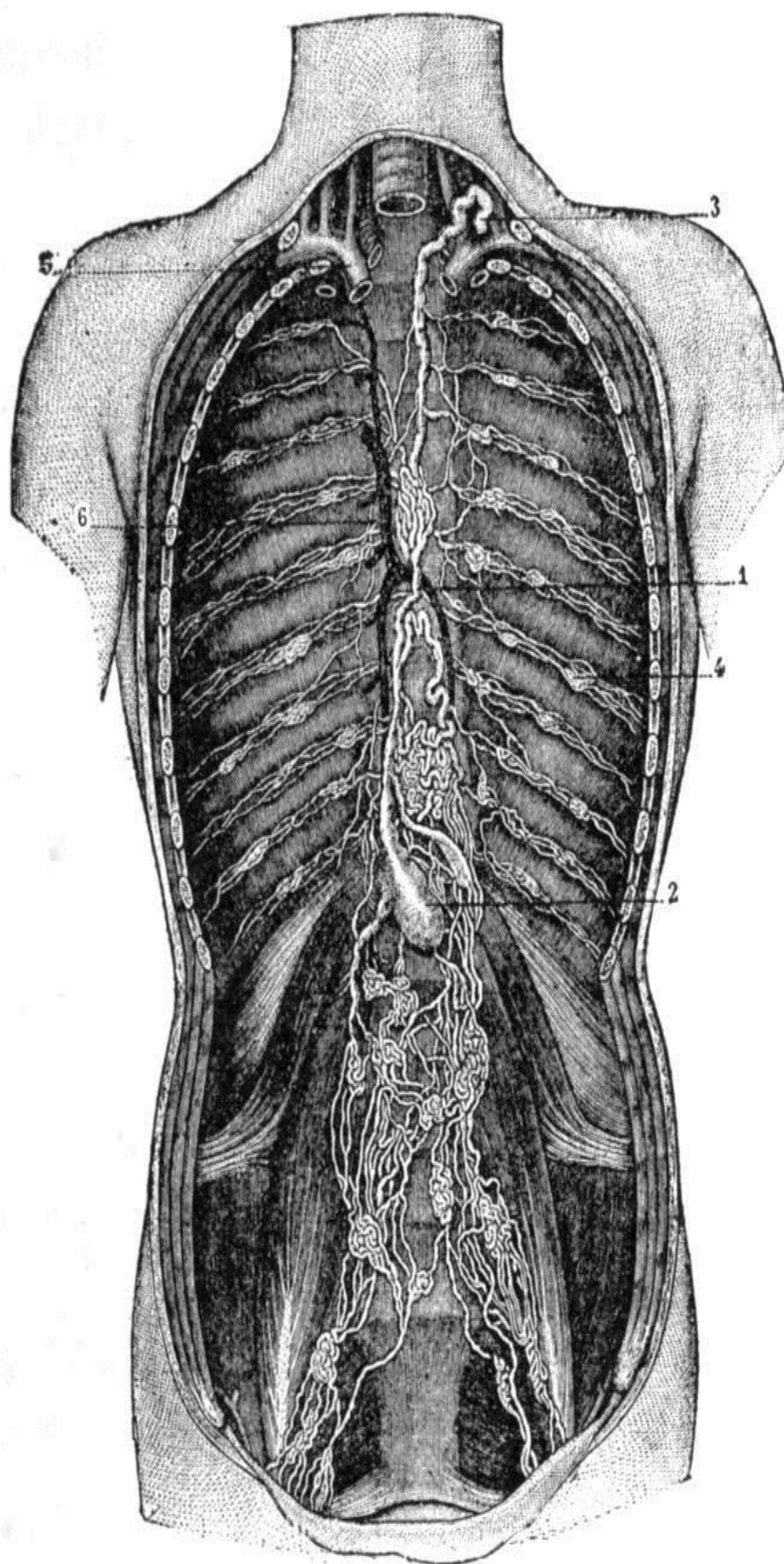


Рис. 66. Основные лимфатические сосуды и железы туловища.

1, 3, грудной проток (выходит в 3); 2, резервуар для хилуса (молочные протоки ниже него).

Лимфатические железы представляют собой ядрообразные утолщения вдоль лимфатических сосудов и содержат большое количество лимфатических клеток, которые *очищают лимфу при ее прохождении через них*. Лимфатические железы многочисленны в подмышечных впадинах и паховых областях. Клетки лимфатических желез размножаются, и некоторые из них переносятся лимфой в кровь, *где превращаются в замечательные маленькие тельца — белые кровяные тельца*.

ГИГИЕНА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Влияние работы, свежего воздуха и отдыха на кровяные тельца и плазму. *Работа* расходует питательные элементы в крови. Через несколько часов после еды количество питательных веществ в крови увеличивается. При дыхании *свежим воздухом* количество углекислого газа в плазме уменьшается, а количество кислорода в окрашенных кровяных тельцах увеличивается, в результате чего кровь становится более ярко-красной. *Сон* дает время для восполнения истощенных клеток и обедненной крови. *Недостаток сна* означает более длительную активность и большее потребление питательных веществ при меньшем количестве времени для их восполнения. Бледная кожа человека, не выспавшегося, свидетельствует об истощении крови.

Как мышцы помогают кровообращению. — Необходимость мышечных упражнений для поддержания здоровья тела обусловлена отсутствием других средств, вызывающих движение в венах и лимфатических сосудах. Для здоровья крови необходимы хорошее питание, чистый воздух и много движения. Многие так называемые «очистители крови» рекламируются, чтобы заманить в ловушку невежественных людей. Невозможно представить, как «очистители крови» могут помочь крови. *Кровь очищается не путем введения в нее чего-либо, а путем выведения из нее чего-либо, когда она проходит через кожу, почки, печень и легкие*. Все эти органы выводят из организма принесенные кровью примеси.

Одним из важнейших гигиенических эффектов мышечных упражнений является *активное кровообращение*, а из активного кровообращения можно выделить *девять основных эффектов*. Эффекты на организм будут приведены в порядке, начиная с поверхности — кожи, жира, мышц, костей; а эффекты на внутренние органы приведены в порядке расположения, начиная с самых высоких — мозга, легких, сердца, органов пищеварения.

Влияние физических упражнений и улучшения кровообращения. 1. *Кожа* становится свежей, розовой и гладкой благодаря промыванию капилляров; она очищается благодаря потоотделению и обновлению клеток. 2. Если *жира* слишком много, он сжигается; если его слишком мало, то улучшение питания, обеспечиваемое кровью, увеличивает его количество. 3. *Мышцы* лучше питаются (см. [рис. 48](#)) и становятся упругими, сильными и объемными. 4. *Скелет* удерживается в правильном положении более сильными мышцами, что предотвращает деформацию. 5. *Мозг*. Чистая, свежая кровь, насыщенная кислородом из расширенных легких, промывает все капилляры мозга, проясняет ум и удваивает или утраивает его работоспособность. 6. *Легкие* расширяются при глубоком дыхании, если упражнение выполняется быстро и энергично. Медленная прогулка или прогулка не имеют ценности. 7. *Кровообращение*. Каждая сокращающаяся мышца помогает сердцу в его работе. Глубокое дыхание перемещает застойную лимфу. 8. *Желудок*. Упражнения сжигают пищу и повышают аппетит. 9. *Общие эффекты*. Упражнения способствуют хорошему настроению, уменьшают праздность, курение сигарет, сплетни и другие пороки.

Влияние табака на сердце при курении сигарет или сигар иногда вызывает приступы нерегулярного сердцебиения; сердце на некоторое время слабо трепещет, затем сильно

бьется, а затем снова трепещет. Это состояние называется *табачным сердцем* или *учащенным сердцебиением*.

Влияние алкоголя на кровообращение. После употребления алкогольного напитка лицо и кожа человека, как правило, краснеют, а сердце может биться чаще. Большинство исследователей пришли к выводу, что *алкоголь сам по себе не усиливает и не ускоряет работу сердца*. Поэтому, вероятно, неправильно называть алкоголь стимулятором сердца. Считается, что покраснение кожи () вызвано расслабляющим действием алкоголя. Он расслабляет, парализует вазомоторные нервы, которые контролируют мелкие мышечные волокна в стенках кровеносных сосудов. Расслабление и расширение кровеносных сосудов снижает сопротивление кровотоку, и сердце бьется быстрее при меньшей нагрузке. Наркотическое действие алкоголя гораздо сильнее его раздражающего или стимулирующего действия. Воздействие алкоголя, вызывающее жировую дегенерацию мышц, часто ослабляет сердце и другие кровеносные сосуды.

Климат и работа мозга. — При засыпании сосуды в коже расширяются, и кровь перетекает из мозга в кожу. Трудно заснуть, когда холодно, потому что холод направляет кровь в мозг и поддерживает активность ума. По тому же принципу умственная работа затруднена в очень жаркую погоду из-за расширения капилляров в коже и оттока крови из мозга к коже. Это усиливает потоотделение и поддерживает нормальную температуру тела, но лишает мозг крови, необходимой для хорошей умственной работы. Умственные работники в жаркую погоду и в теплом климате *должны стремиться к созданию всех условий, способствующих прохладе*. Бенджамин Франклин привык почти полностью раздеваться, когда писал и хотел, чтобы его мозг работал на полную мощность. Ношение *босоножек и тонкой хлопковой одежды светлых тонов* помогает предотвратить умственную инертность в жаркую погоду. В странах Персидского залива летом и на наших тропических островах лучшую умственную работу можно выполнять, *вставая на рассвете и работая до наступления жаркой части дня*. Некоторые из величайших мыслителей мира жили в теплом климате (Греция и Индия), но они носили очень мало одежды и ели умеренно простую пищу (см. [стр. 44](#)).

Застой — это отек кровеносных сосудов какой-либо части тела с накоплением в них крови. Застой является *активным*, когда *быстрый* поток крови растягивает капилляры. Пример: покраснение лица при беге. Застой является *пассивным*, когда происходит сужение выхода из капилляров, кровь движется медленно и частично застаивается в опухших сосудах. Пример: когда нос заложен во время простуды. Если шприц работает так быстро, что резиновая трубка раздувается, это похоже на активную застойную гиперемию; если конец трубки зажат так, что умеренное накачивание приводит к ее раздуванию, это похоже на пассивную застойную гиперемию.

Воспаление — это застой, при котором сосуды любой части тела напрягаются и повреждаются. *Белые кровяные тельца собираются там, чтобы восстановить сосуды и поглотить кровь, которая вытекает и застаивается там*. Они также *уничтожают микробы*, которые обычно поселяются и начинают размножаться. Сыворотка крови () также уничтожает микробы с помощью содержащихся в ней антитоксинов. Воспалительные заболевания: простуда, ревматизм, диарея и все заболевания, название которых оканчивается на «ит». Воспаленная часть красная, опухшая, горячая и болезненная.

Профилактика и лечение простуды. *Простуда — это воспаление слизистой оболочки*. Простуду можно предотвратить, ведя образ жизни, способствующий *свободному и активному кровообращению*, и, в особенности, не балуя организм настолько, что кровообращение нарушается при малейшем воздействии холода. Кровообращение может *нарушаться как от перегрева, так и от переохлаждения организма*; обычно более уместно говорить, что человек «простудился», а не «замерз». При *первых признаках простуды* энергичные физические упражнения, холодная ванна или выход на свежий воздух могут помочь в притоке свежей крови, устранении застойных явлений и прекращении воспаления. Теплая ванна для ног и горячие напитки могут облегчить состояние, отводя кровь от перегруженной слизистой оболочки. *После того как простуда закрепилась*, такие меры не помогут, но излечению способствует помощь коже в поддержании полного кровоснабжения. Простуда должна пройти своим чередом. Клеткам будет предоставлена всякая возможность восстановить повреждения и уничтожить микробы (если они есть) путем отказа от тяжелой работы, умеренного потребления легкоусвояемой пищи, отказа от лекарств, особенно от надежных лекарств, рекламируемых в газетах, даже если они рекомендованы в остальном разумными людьми. Повторные простуды имеют тенденцию превращаться в неприятное заболевание, называемое *хроническим катаром*. Сужение кровеносных сосудов кожи вызывает застой (внутренних) слизистых оболочек. *Нежно защищенная кожа сужается легче, чем кожа, привыкшая к холоду*. *Холод — лучшее средство профилактики простуды*. Холодные ванны, чистый воздух, легкая одежда, свободное дыхание, умеренное питание — все

это помогает предотвратить простуду. Использование спреев, полосканий и лекарств не поможет, поскольку главным фактором, вызывающим простуду, являются не микробы и не температура, а *состояние самого организма*. Люди, которые часто страдали от простуд, обнаружили, что после замены *шерстяного нижнего белья* на хлопковое простуды стали очень редкими. Лен имеет аналогичный эффект, но он не так прочен, мягок и не сохраняет тепло так же хорошо, как хлопок (см. [стр. 16](#)).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ. 1. Через какую кожу наиболее отчетливо видны синие вены на запястье? 2. Что более сжимаемо: вена или артерия? 3. Почему у людей, которые мало занимаются физическими упражнениями, часто холодные ноги? ([стр. 57](#)). 4. Где так называемая венозная кровь протекает через артерию? 5. Какая вена начинается и заканчивается в капиллярах? (Портальная вена, [цветная рис. 5](#).) 6. В какой очищающий орган, после выхода из легких, сердце посылает часть крови для дальнейшей очистки? ([Цветная рис. 5](#).) 7. Что поддерживает движение крови между ударами сердца?

ГЛАВА VI

ДЫХАНИЕ

Эксперимент 1. (Дома.) Изучение горла. — Сядьте спиной к свету. Изучите открытый рот и горло с помощью зеркала и определите язычок, миндалины и другие части, показанные на [рис. 68](#).

Эксперимент 2. Анатомия легких. Изучите свежие легкие овцы, свиньи, птицы или лягушки. Будут ли они плавать? Будут ли они сжиматься, когда их раздуют воздухом, вдуваемым через перо или другую трубку? Какова структура трахей? Можете ли вы отличить артерии от вен по жесткости их стенок? Какие из них содержат чистую кровь? Изучите ветвление воздушных трубок. Сделайте набросок.

Эксперимент 3. Испытания выдыхаемого воздуха. — Дышите на зеркало, блестящее лезвие ножа или холодное оконное стекло. Результат? Сформулируйте свой вывод. **Эксперимент 4.** — Углекислый газ, добавленный в известковую воду, вызовет образование белого облака, состоящего из частиц известняка. Дышите через трубку, соломинку или полый стебель тростника в прозрачную известковую воду. Результат? Вывод? (Известковую воду можно купить в аптеке или приготовить, залив водой кусок негашеной извести и слив воду, когда известь осядет). **Эксперимент 5.** Дышите в течение нескольких минут на колбу термометра. Результат? Вывод? **Эксперимент 6.** Подышите несколько раз в большую, тщательно вымытую банку из-под солений или бутылку. Плотно закройте ее пробкой и поставьте в теплое место на несколько дней. Затем откройте пробку и понюхайте воздух внутри. Результат? Вывод? **Эксперимент 7.** Прodelайте небольшое отверстие в карточке, поместите карточку над бутылкой с широким горлышком и подышите в бутылку через трубочку, соломинку для лимонада или полый тростник. Вытащите трубочку. Поставьте бутылку горлышком вниз на стол и вытащите карточку. Сдвиньте бутылку к краю стола и опустите зажженную свечу в бутылку. Результат? **Эксперимент 8.** Поставьте бутылку со свежим воздухом над зажженной свечой. Результат? Вывод? (См. «Биология животных», стр. [4](#).)

Эксперимент 9. (Школа.) Проверка воздуха в помещении. Наполните фруктовую банку или большую бутылку водой и отнесите ее в помещение, где находится много людей. Вылейте воду. (Это гарантирует, что весь воздух, находящийся в банке, является воздухом, полученным в проверяемом помещении.) Закройте банку, если проверка не будет проводиться сразу. Проведите тест, налив две столовые ложки прозрачной известковой воды и встряхнув банку. Если известковая вода станет молочной, вентиляция плохая.

Эксперимент 10. (Дом и школа.) Самодельный детектор воздушных потоков. — Подвесьте кусочек бумаги с помощью паутины или нитки к концу трости или линейки. (Или проведите тест с помощью пламени свечи.) Поднесите его к щелям окон, над и под дверями, и особенно к отверстиям, предназначенным для входа и выхода воздуха, и проверьте, движется ли воздух так, как нужно.

Эксперимент 11. Вентиляция классной комнаты. Попросите весь класс встать и пальцами проверить щели вокруг дверей и окон. Там, где воздух холодный на ощупь, он проникает внутрь.

Эксперимент 12. Пыль. С помощью зеркала направьте солнечный луч, как прожектор, в закрытую комнату через несколько часов после уборки. Результат? Сделайте то же самое в комнате, где все окна и двери были открыты во время уборки и остались открытыми после нее. Результат? Вывод? Обратите также внимание на количество пыли на мебели в каждой комнате.

Эксперимент 13. Изучение привычного спокойного дыхания. Не мешая дыханию больше, чем это необходимо, сосредоточьте свое внимание на дыхании, сидя спокойно. Запишите движения любой части грудной клетки и брюшной стенки, которые могут быть заметны. При необходимости положите руки поочередно на разные части стенки, чтобы проверить их движение. Подумайте о чем-нибудь другом, а затем повторите наблюдения.

Эксперимент 14. Изучение глубокого дыхания. Поместите руки поочередно на переднюю и боковые части грудной клетки, талию и живот, делая глубокие вдохи и выдохи. Какие движения различных частей тела наблюдаются на каждом этапе?

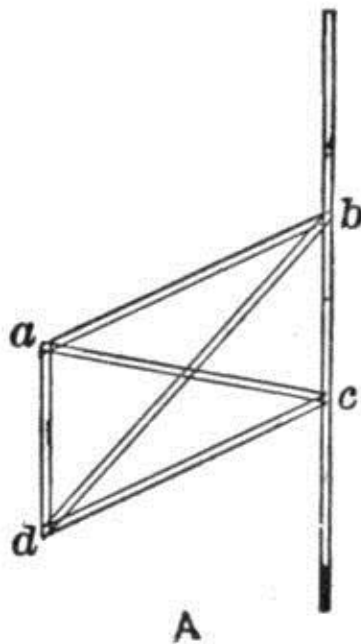
Эксперимент 15. Изучение эластичности как фактора дыхания. — (1) Обратите внимание, наблюдается ли при спокойном дыхании эластичный отскок при вдохе или выдохе. Если да, то это связано с эластичностью хрящей или воздушных клеток легких, или и того, и другого. (2) Дышите, сильно наполняя легкие при каждом вдохе. Выходит ли воздух без усилий? (3) Дышите, максимально выпячивая грудь и живот при каждом вдохе. Выходит ли воздух без усилий?

Эксперимент 16. Грудная дыхание. Попытайтесь дышать полностью за счет глубоких расширений и сокращений грудной клетки. Какие движения, если таковые имеются, наблюдаются в брюшной стенке при вдохе? При выдохе? (Проверьте движения рукой.)

Эксперимент 17. Брюшное дыхание. Попытайтесь удерживать грудную клетку неподвижно и дышать, сильно сокращая и расширяя живот. Двигается ли грудная клетка? Ни «грудное дыхание», ни «брюшное дыхание» не являются нормальным способом дыхания. См. [текст](#).

Эксперимент 18. Полное дыхание. Попробуйте дышать, выпячивая и втягивая грудную клетку, талию и живот. У вас получается? Это нормальное дыхание. Движение больше в передней или боковых частях талии? Обвяжите талию ремнем, достаточно туго, чтобы он не сдвигался, и повторите. Мешает ли это движению талии?

Эксперимент 19. Как поднимаются ребра. Сделайте [модель](#), изображающую позвоночник, грудину и два ребра, используя булавки, чтобы сделать суставы подвижными в углах. Используйте шнуры для диагоналей. Что происходит, когда тянут за шнур *ac*? Когда тянут за шнур *bd*? Шнуры соответствуют двум группам мышц между ребрами.



Эксперимент 20. Изучение смеха. — Поместите руки на талию и живот, когда смеетесь. Какое движение происходит при каждом звуке смеха? Втяните брюшную стенку рывком. Как это влияет на дыхание?

Эксперимент 21. Изменения дыхания. — Напишите I, E или IE после каждого слова в этом списке, в зависимости от того, участвует ли в действии вдох, выдох или и то, и другое. (Если возможно, проверьте с помощью имитации действий.) Вздых, рыдание, плач (ребенка), кашель, смех, зевание, чихание, икота, храп.

Эксперимент 22. Влияние физических упражнений. — Подсчитайте и запишите частоту дыхания до и после интенсивных физических упражнений.

Эксперимент 23. Сравнительное исследование. — Наблюдайте и записывайте частоту и характер дыхания коровы, лошади, собаки, кошки и т. д. Воздух вдыхается или выдыхается быстрее? Есть ли пауза? Если да, то после какой фазы дыхания?

Эксперимент 24. Аварийные учения. — Реанимация утонувших и т. д. См. «Элементы физиологии» Коулмана, стр. 356.

Необходимость дыхания и специализированных органов дыхания. Тело — это саморегулируемая машина, обладающая энергией. Эта энергия, как и энергия паровых двигателей, возникает в результате окисления, которое происходит непрерывно, но с различной скоростью. Пища для топлива потребляется с определенными интервалами, но кислород должен поступать непрерывно. Человек дышит примерно 18 раз в минуту. Кровь в тканях быстро темнеет из-за потери кислорода и поглощения углекислого газа. Затем она перекачивается через сердце к органу, который выполняет функцию поглощения кислорода и выделения углекислого газа ([рис. 67](#)). У некоторых животных, таких как амеба и дождевой червь, для дыхания достаточно поверхности тела. Это клеточное дыхание является истинным дыханием; оно распространено среди всех живых существ, как растений, так и животных. Для снабжения более глубоких клеток крупные животные нуждаются в дыхательной поверхности, превышающей площадь кожи. Это обеспечивается за счет складывания поверхности, поглощающей кислород, внутрь, образуя складки, трубки и полости большой сложности. Если бы легкие человека были развернуты и все их трубки и полости были распределены по одной поверхности, то их площадь превысила бы сто квадратных футов (или десять квадратных футов).

Каждое **дыхание** состоит из вдыхания воздуха, выдыхания и паузы после одного, но не после обоих других этапов.

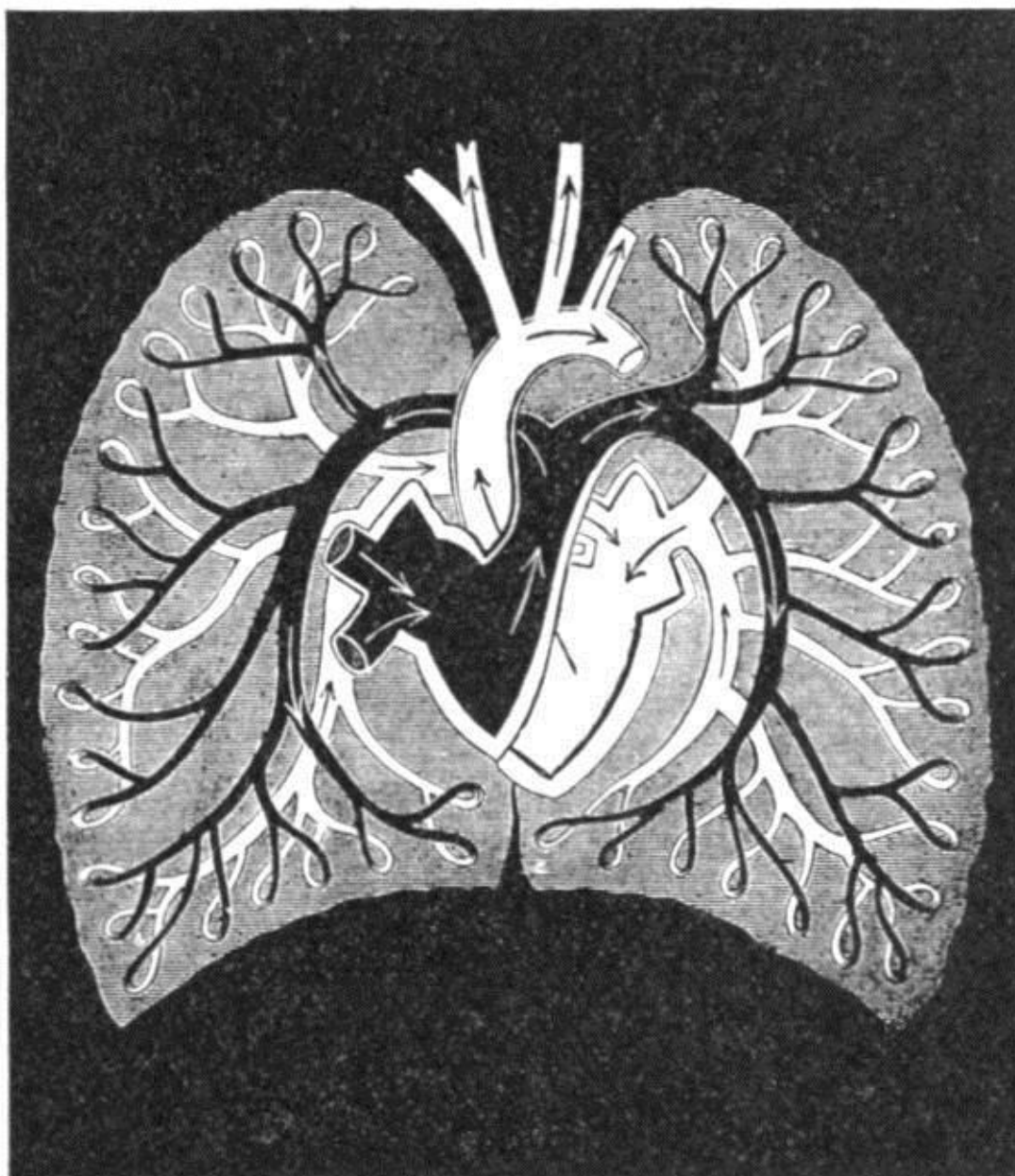


Рис. 67. — Кровообращение в легких (схематически): «венозная» кровь (в легочной артерии) черного цвета; «артериальная» кровь (в легочных венах) белого цвета.

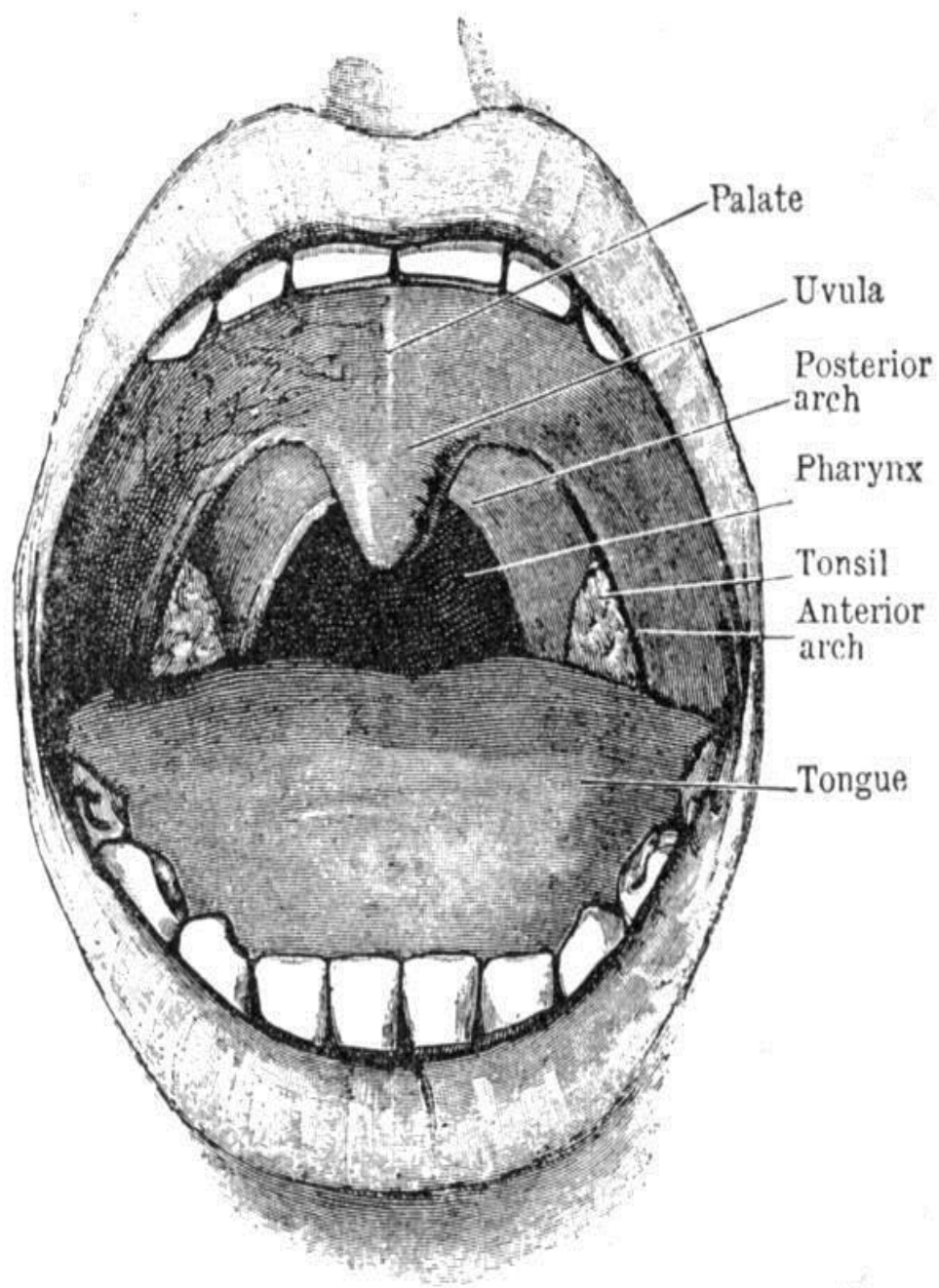


Рис. 68. — Открытый рот, показывающий небо и миндалины.

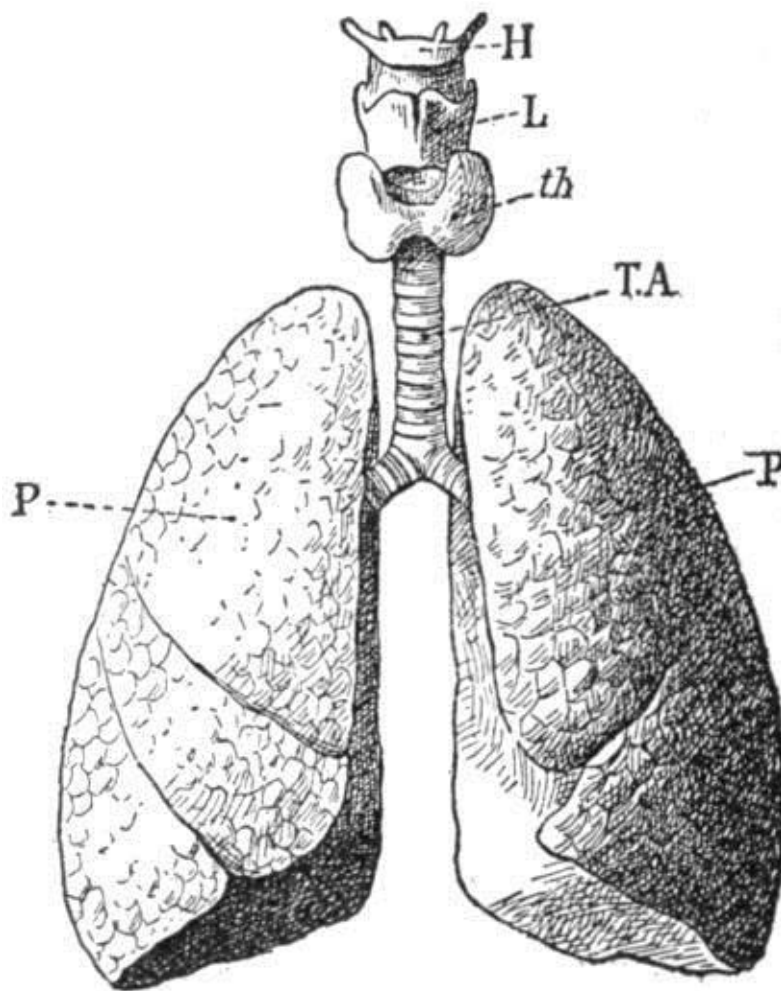


Рис. 69. — Легкие, *Р*; с трахеей, *Т.А.*; щитовидной железой, *th*; гортанью, *L*; и подъязычной костью, *H*.

Дыхательные пути. Воздух обычно поступает через нос и возвращается тем же путем, за исключением случаев, когда человек говорит или поет. Посмотрите на свой рот с помощью зеркала ([рис. 68](#)); в задней части видна дуга, которая является задней границей рта (эксперимент 1). Чуть выше дуги находится задняя граница носовых ходов. Воронкообразная полость, в которую открываются как рот, так и носовые ходы, называется *глоткой* (far'inks) или горлом (см. [рис. 68](#), а также [рис. 83](#)). Ниже, из глотки открываются две трубки. Одна из них — *трахея* (trā'kea) или дыхательная труба, другая — *пищевод* или *глотка*. В верхней части трахеи находится хрящевая *гортань*, или голосовая коробка. Если положить палец на гортань или кадык, то при глотании ясно ощущается, как она движется вверх и вниз. Отверстие в гортани закрывается хрящевой крышкой, надгортанником. Внутри гортани голосовые связки растянуты от передней части к задней. Чуть ниже гортани находится собственно *трахея*, представляющая собой трубку диаметром около трех четвертей дюйма и длиной около четырех дюймов ([рис. 69](#)). Она состоит из хрящевых колец ([рис. 69](#)), которые не являются полными кругами, а имеют форму, напоминающую букву С, и замыкаются сзади произвольной мышечной тканью, функция которой заключается в том, чтобы время от времени (например, во время кашля) сближать концы и уменьшать размер трубки. Функция хрящевых колец заключается в том, чтобы трахея всегда оставалась открытой. Если она закроется под давлением, это может привести к летальному исходу. Эти хрящевые кольца можно прощупать на шее.

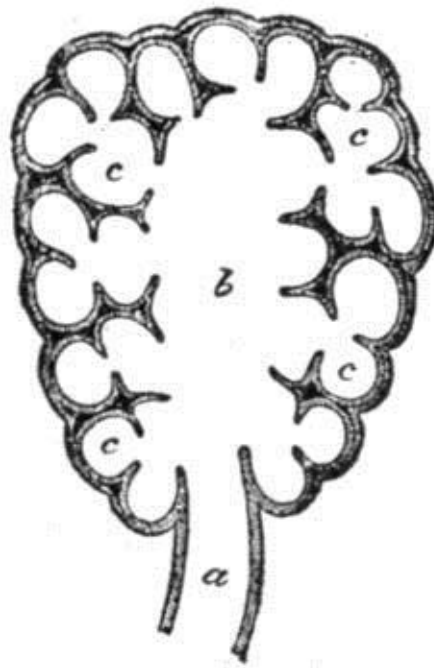


Рис. 70. — Долька легкого.

Нижний конец трахеи находится сразу за верхним концом грудины; там она делится на две большие трубки. Эти *трубки* делятся на большое количество более мелких ветвей, называемых *бронхами*. Хрящ находится в стенках всех трубок, кроме самых мелких. Разделение продолжается, подобно ветвям дерева, пока все легкое не пронизывается бронхиальными трубками. Каждая крошечная трубка в конечном итоге заканчивается более широкой воронкообразной камерой, называемой *долькой* ([рис. 70](#)), в которую открывается так много расширенных мешочков, называемых *воздушными клетками*, что стены конечной камеры или дольки можно считать состоящими из крошечных чашечек, или воздушных клеток, расположенных рядом друг с другом. Дольки, или скопления воздушных клеток, находятся в основном у поверхности легкого. (Слово «клетка» здесь используется в его первоначальном значении для обозначения полости или камеры, а не в значении протоплазматической клетки).

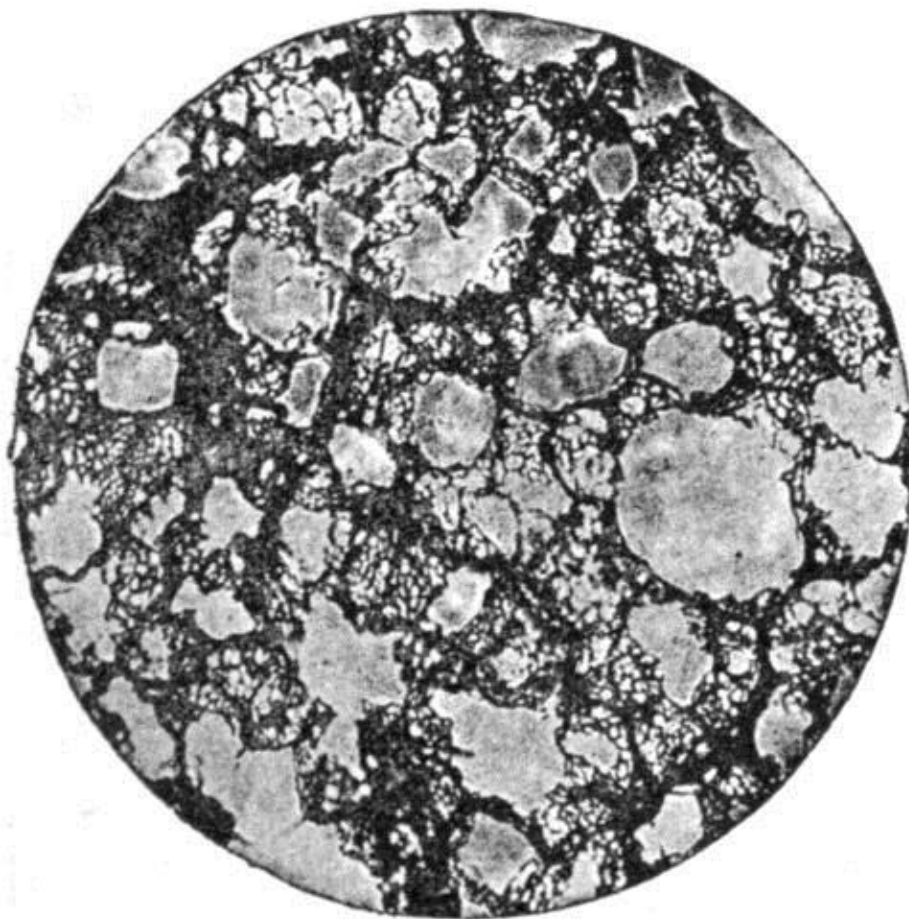


Рис. 71. Капилляры вокруг воздушных мешочков легких (увеличены в 30 раз). Воздушные мешочки в белых пространствах. Темные линии — капилляры. (Пибоди.)

Воздушные клетки эластичны и увеличиваются в размерах при расширении грудной клетки; следовательно, в стенках этих клеток должно быть много желтых эластичных волокон соединительной ткани. Они выстланы чрезвычайно тонкой мембраной эпителиальных клеток, через которую происходит обмен кислородом и углекислым газом. В стенках воздушных клеток находится сеть капилляров (рис. 71). Темно-красная кровь поступает в эти капилляры из легочных артерий и к моменту выхода из них в легочные вены становится ярко-красной. Воздух покидает легкие более теплым, влажным и содержащим больше углекислого газа, чем при входе.

Большая часть **слизистой оболочки, выстилающей дыхательные пути**, имеет поверхностный слой реснитчатых клеток. *Реснички — это крошечные нитевидные выпячивания (рис. 72), которые постоянно колеблются взад и вперед, причем более быстрый ход всегда направлен наружу; их функция заключается в удалении частиц пыли и микробов, которые могут попасть в дыхательные пути. Когда слизь, содержащая пыль, поднимается почти до гортани, она может быть выброшена при кашле. Возле отверстий ноздрей расположены многочисленные волоски, в сотни раз превышающие реснички по размеру, через которые воздух проходит при входе в нос. Волоски являются многоклеточными, а реснички — частями клеток. См. «Биология животных», рис. 14.*

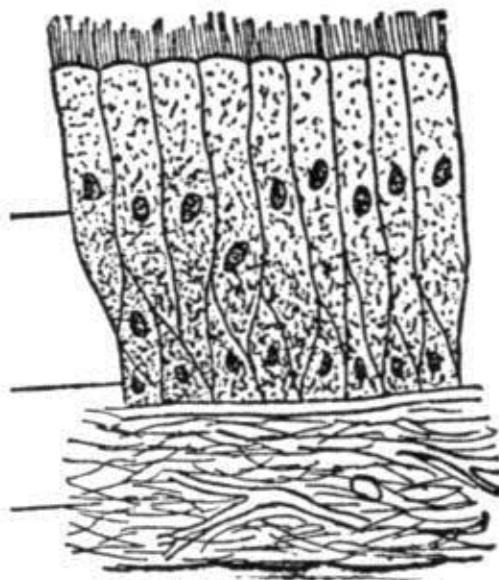


Рис. 72. Реснитчатые клетки, выстилающие дыхательные пути.

Легкие. Вся *грудная полость* занята легкими, за исключением пространства, занимаемого сердцем, крупными кровеносными сосудами и пищеводом. Правое легкое имеет три доли, или отделения, а левое — две доли. В молодом возрасте легкие имеют светло-розовый цвет, но с возрастом становятся сероватыми и темнеют. Это изменение более заметно у людей, проживающих в городах или в местах с задымленной и запыленной атмосферой. Легкие покрыты и окружены гладкой мембраной, называемой *плеврой* (). Эта мембрана обращается назад и выстилает грудную стенку, так что при расширении грудной клетки две гладкие мембраны скользят друг по другу с гораздо меньшим трением, чем в случае соприкосновения легких и грудной стенки ([эксперимент 2](#)).

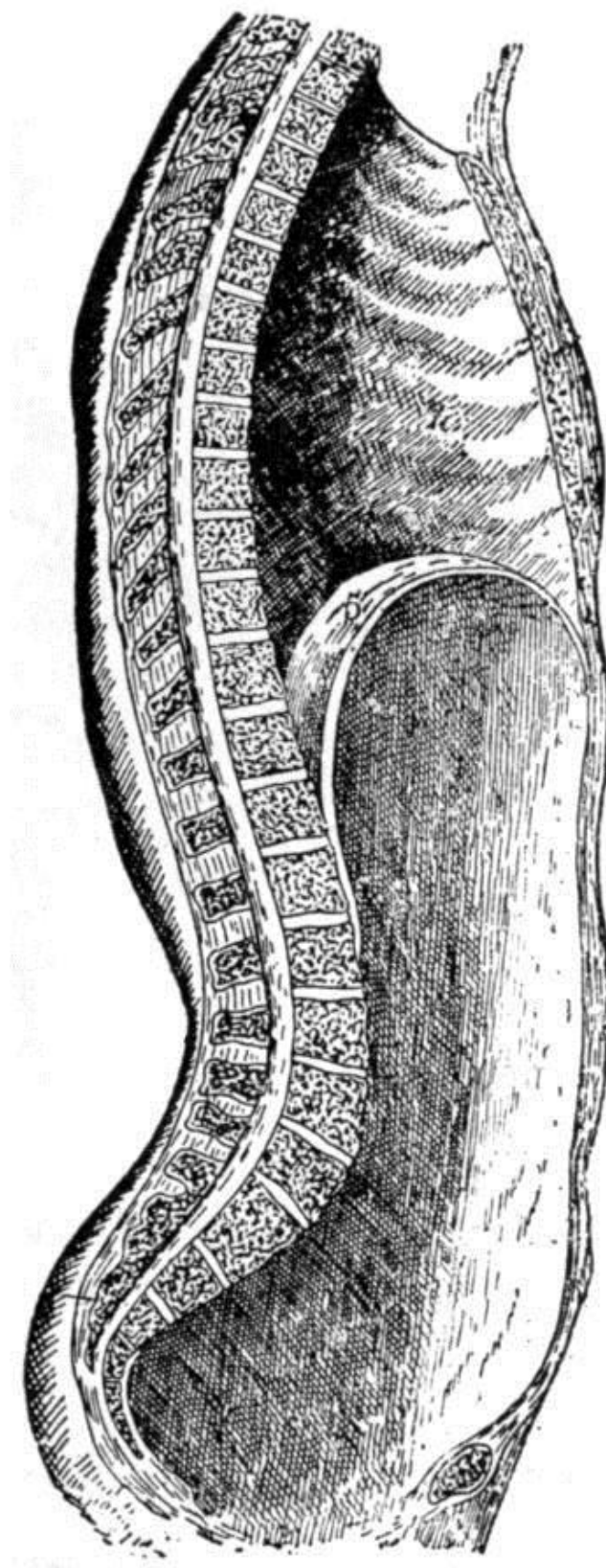


Рис. 73. Вертикальный разрез туловища, показывающий диафрагму, полости грудной клетки и брюшной полости.

Дыхательные мышцы. (Повторите [эксперименты 13, 14, 15.](#)) Основными дыхательными мышцами являются *диафрагма* (см. [рис. 73](#) и [74](#)), *мышцы, образующие стенки брюшной полости* (см. [рис. 44](#)), и *две группы коротких мышц* (внутренняя и внешняя) *между ребрами*. Они называются *межреберными мышцами*. (Это мясо, которое едят при употреблении свиных ребер.) *Диафрагма*, имеющая форму перевернутой чаши, под основанием легких

несколько выпуклая, как купол (), отделяет грудную клетку от брюшной полости. Ее вогнутая сторона обращена к брюшной полости, а края прикреплены к нижним ребрам и позвонкам поясницы. Вдох происходит за счет подъема ребер и опускания диафрагмы. Выдох происходит, когда ребра опускаются, брюшная стенка втягивается, и передаваемое давление поднимает расслабленную диафрагму.

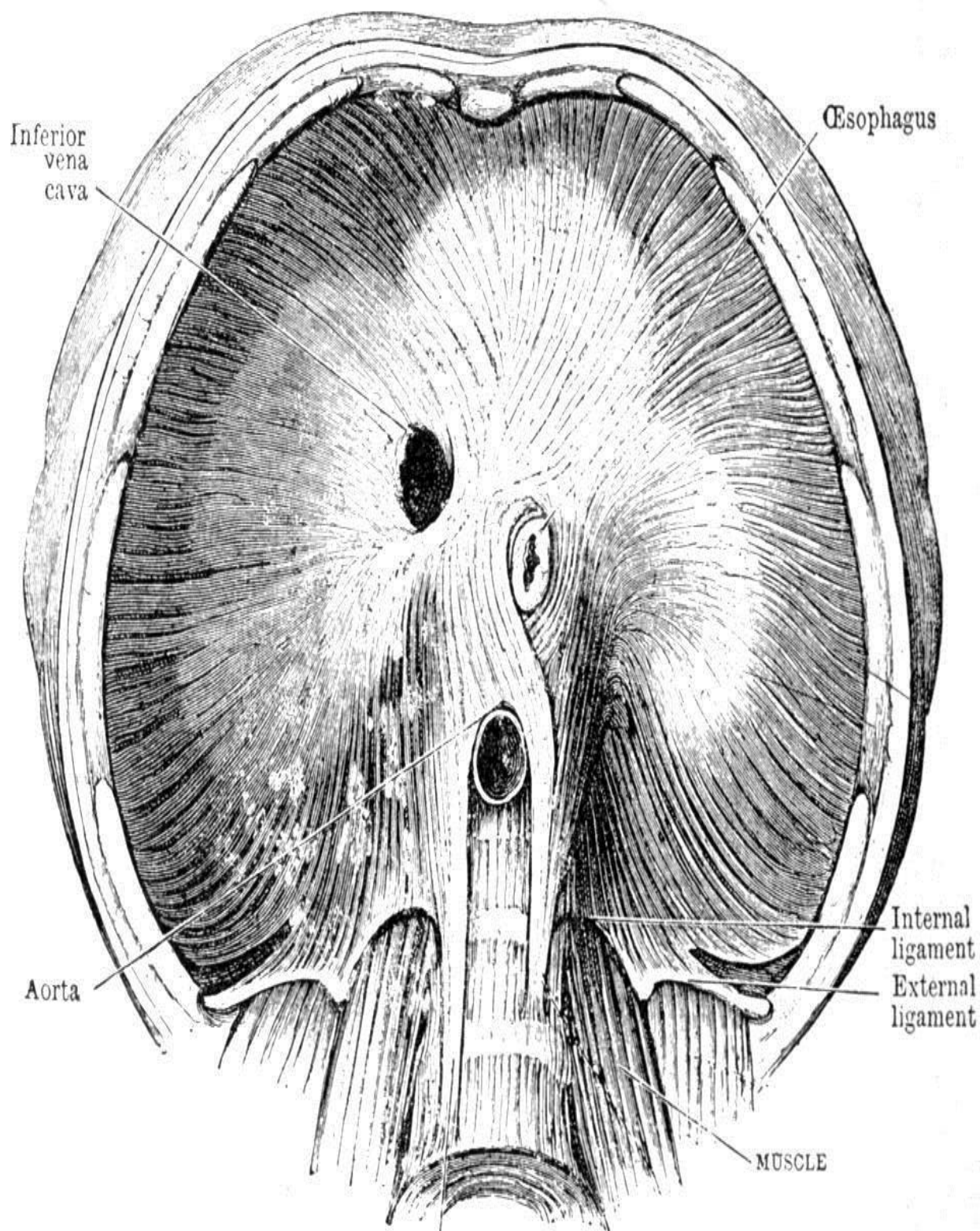


Рис. 74. Диафрагма (или средняя часть живота), вид снизу. (Каннингем.)

Центральная часть (светлая) является сухожильной. Когда диафрагма опускается, она действует как поршень большого насоса, и кровь выталкивается вверх через полую вену, а лимфа — через грудной проток ([рис. 66](#)).

Вдох. — Чтобы вызвать вдох, диафрагма сокращается, уплощается и опускается, поскольку ее края прикреплены ниже, чем ее середина () ([рис. 73](#)); легкие опускаются вместе с ней, удлиняя грудную клетку сверху вниз; в то же время ребра поднимаются вверх и наружу ([рис. 76](#)) за счет сокращения внешней группы мышц между ребрами. Таким образом, *грудная клетка становится длиннее, шире и глубже от передней части к задней*. Легкие расширяются, когда расширяется грудная клетка, и воздух врывается внутрь. Почему так происходит? Легкие не содержат мышц и не могут расширяться сами по себе; воздух не может втягиваться, поскольку его части не прилипают друг к другу. Настоящая причина заключается в том, что воздух имеет вес. Атмосфера Земли () имеет высоту в несколько миль, и воздух, находящийся выше, давит на воздух, находящийся ниже. Когда грудные стенки поднимаются, между этими стенками и легкими возникает пустое пространство или вакуум, если давление *внешнего воздуха не проталкивает воздух через трахею в легкие и не расширяет их* ([эксперимент 19](#)).

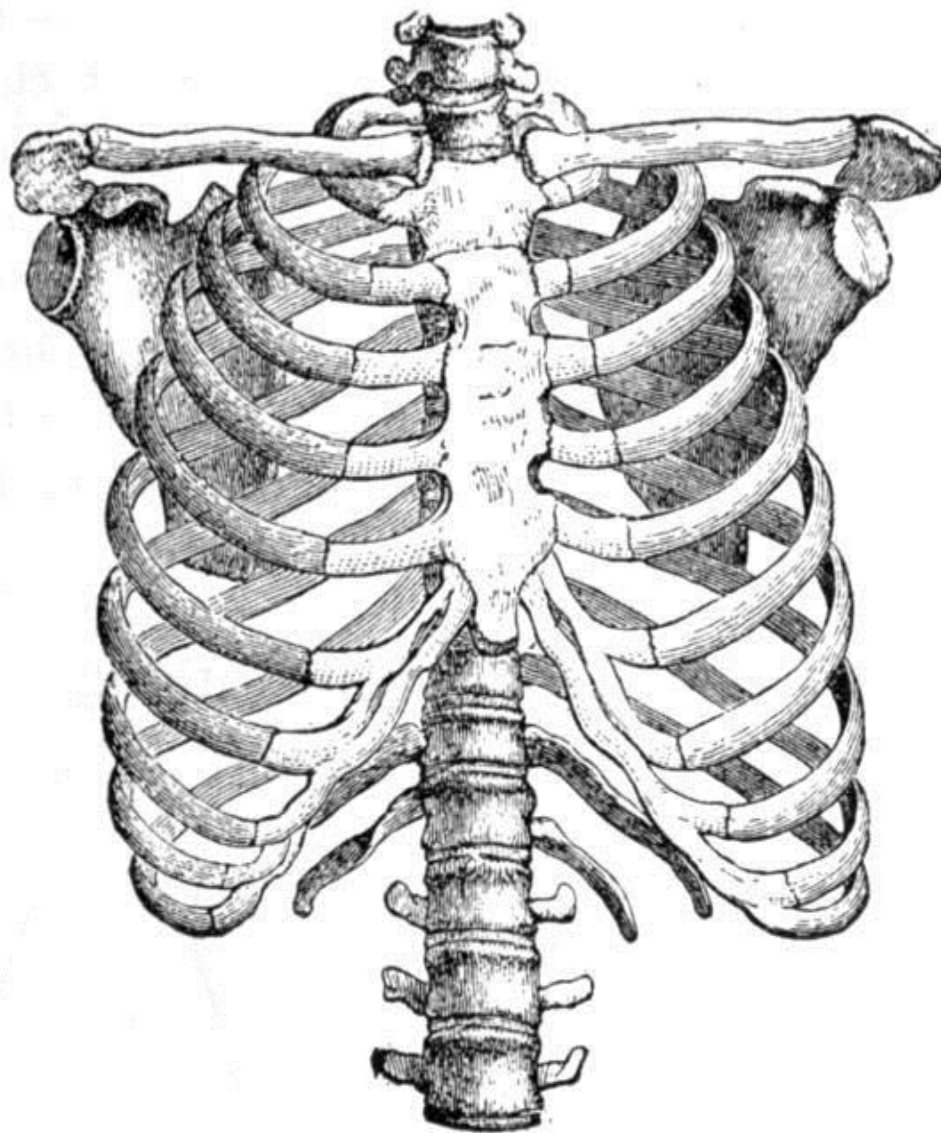


Рис. 75. — Каркас грудной клетки.

Выдох. При очень активном дыхании стенки брюшной полости активно сокращаются, сильно давя на органы пищеварения, которые, в свою очередь, *подталкивают диафрагму вверх. Ребра также опускаются и втягиваются.* Таким образом, грудная клетка становится меньше и заставляет воздух выходить через трахею ([эксперименты 20 и 21](#)).

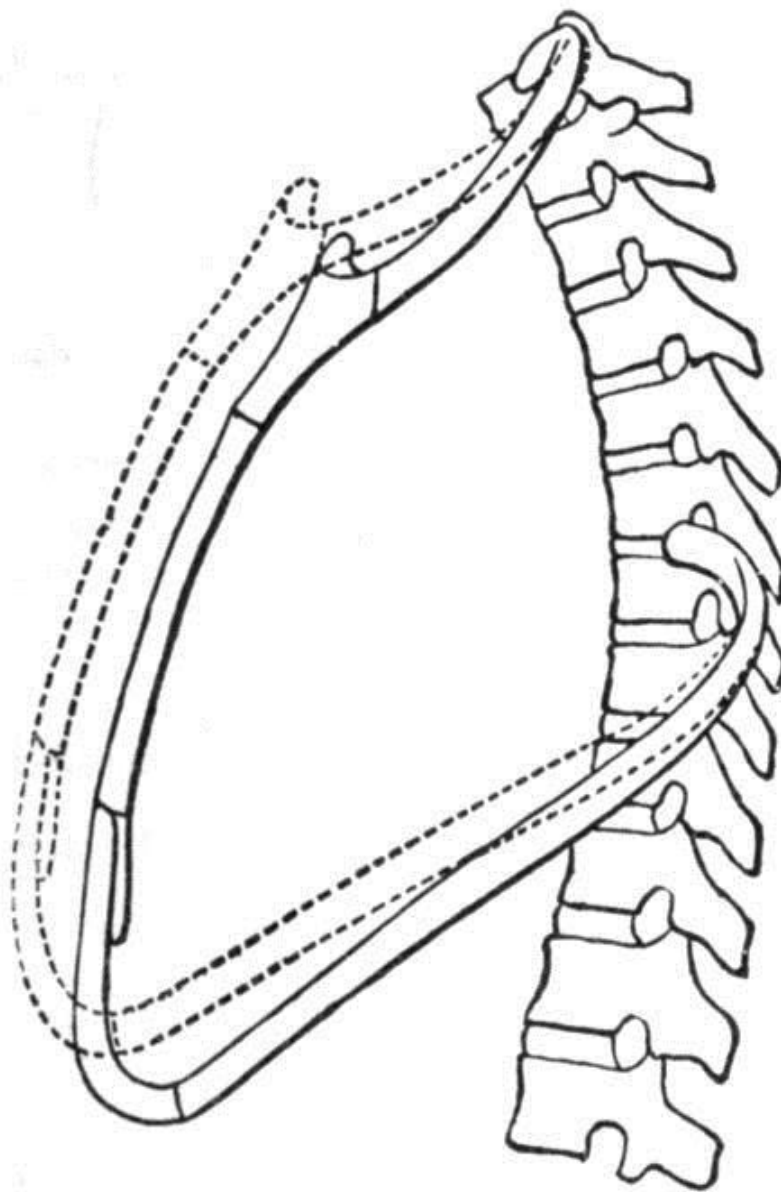


Рис. 76. — Начертание на доске, показывающее, как грудная клетка расширяется, когда ребра движутся вверх и наружу.

Вопросы для размышления. Почему дышать талией легче, чем дышать верхней частью грудной клетки. Последствия сдавливания талии.

1. Внизу есть две пары ___ ребер, а сверху нет ни одного. 2. Внизу есть три пары ___ ребер, а сверху нет ни одного, но все ребра верхней части грудной клетки являются ___ ребрами. 3. Нижние суставы между семью парами истинных ребер и грудиной более гибкие, чем верхние суставы, потому что ___. (Обратите внимание на суставы на [рис. 75](#).) 4. Стенки талии качаются ___ и ___, в то время как стенки верхней части грудной клетки должны двигаться ___ и ___. 5. Кости ___ опираются на верхнюю часть грудной клетки. При дыхании верхней частью грудной клетки их вес, а также вес обеих ___ должны, следовательно, подниматься. ([Рис. 28](#).) Проверьте это на практике.



Рис. 77.

Рис. 78.

Рис. 79.

Рис. 77. Женская фигура в корсете. Расширение талии здесь невозможно, и дыхание называется «ключичным».

Рис. 78. Мужская фигура. Здесь, из-за давления одежды и неправильного положения, расширение грудной клетки затруднено, и дыхание осуществляется «брюшным методом».

Рис. 79. — Фигура в правильном положении и свободная. Здесь вся грудная клетка может свободно двигаться, что приводит к естественному дыханию. (Для доски.) Из Latson.

Гигиенические привычки дыхания. — Грудная дыхание использует в основном грудную клетку, брюшное дыхание — в основном брюшную полость, полное дыхание — и то, и другое. Эти три формы зависят от того, осуществляется ли дыхание с помощью мышц (1) грудной клетки, (2) брюшной полости или (3) обоих (см. [рис. 77, 78, 79](#)). Среди врачей, хирургов и певцов ведется много споров о том, какой из этих методов является лучшим. Вероятно, этот вопрос не был бы поднят, если бы не сдерживающее и деформирующее воздействие одежды на талию. *Полное дыхание используется детьми всех рас, мужчинами и женщинами диких племен, а также мужчинами цивилизованных стран.* Это, несомненно, естественный способ, а также самый легкий и эффективный ([эксперименты 16, 17, 18](#)).

Дыхание верхней частью грудной клетки является утомительным из-за жесткости верхней части костной клетки (см. [рис. 75](#)), поскольку она окружена истинными ребрами, прикрепленными к груди короткими хрящами. Ребра в талии

(рис. 75) либо плавают впереди, либо прикреплены длинными хрящами к ребрам выше. При чистом брюшном дыхании диафрагма должна сокращаться сильнее, чем при полном дыхании, чтобы опуститься, потому что ее края сближены и закреплены связками ребер в поясничной области. При полном дыхании плавающие и ложные ребра в поясничной области (всего пять пар) втягиваются и выпячиваются, как предусмотрено природой. Когда они выпячиваются, это расширяет и углубляет грудную клетку и способствует уплощению диафрагмы, раздвигая ее края. Те люди, возможно один из тысячи, которые добровольно деформируют тело с помощью тесной одежды, заслуживают презрения. Но давление тесной одежды и обуви настолько равномерно, что человек, который их носит, скоро перестает их ощущать, а их воздействие настолько сильное, что ни один человек из тысячи не избегает деформации и травм. Детская одежда должна поддерживаться плечами, а одежда взрослых — как плечами, так и бедрами, но никогда талией.

Клеточное дыхание. Химическая активность внутри клеток и их потребность в кислороде, а не количество кислорода в легких или крови, определяют, сколько кислорода клетки поглощают из крови. Кислород не может быть введен в кровь сверх необходимого количества. Однако глубокие дыхательные движения способствуют кровотоку и лимфотоку. В чрезмерных количествах они утомляют волю и истощают нервы.

Изменения в крови в легких. Пигмент (или гемоглобин) кровяных телец поглощает кислород (и превращается в оксигемоглобин). Углекислый газ выделяется из плазмы. Кровь становится более ярко-красной.

Изменения в воздухе в легких. Воздух, поступающий в легкие, состоит примерно из одной пятой кислорода и четырех пятых азота. Этот азот не нужен организму и выдыхается без изменений. *Часть вдыхаемого кислорода поглощается кровью, а на его место выделяется углекислый газ.* За день через легкие выделяется около половины пинты воды. Даже у самого здорового человека с выдыхаемым воздухом выделяются крошечные количества вредных животных веществ. Воздух покидает легкие более теплым, влажным и с большим содержанием углекислого газа, чем при входе ([эксперименты 3–9](#)).

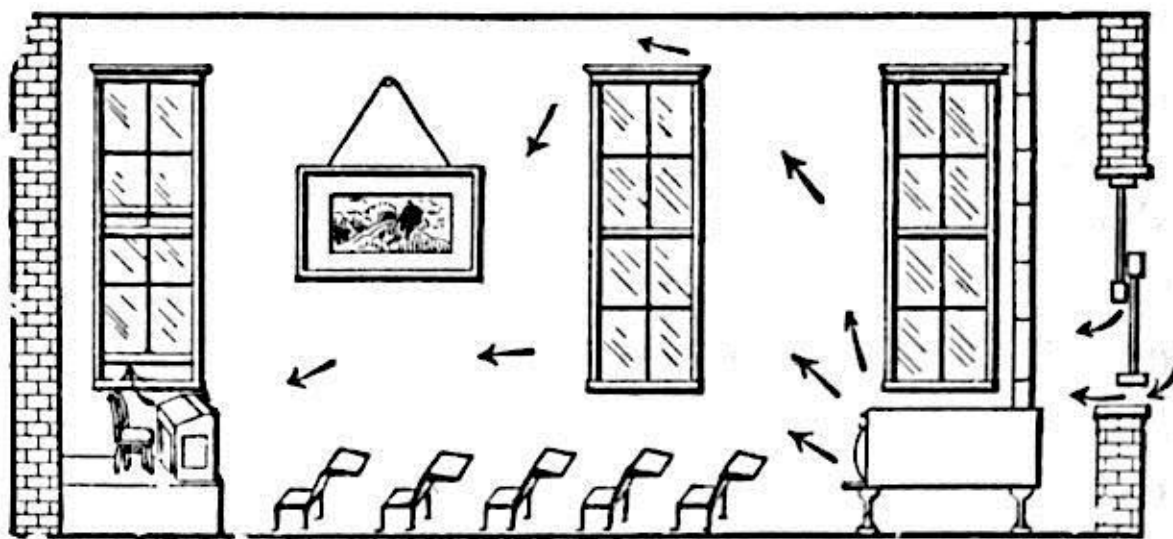


Рис. 80. Вентиляция комнаты, отапливаемой печью.^[5]

Как расположены вход и выход по отношению к печи?

^[5] Из книги Коулмана «Элементы физиологии» (400 стр.). Издательство Macmillan Co., Нью-Йорк.

Люди с кариесом, катаром, расстройством желудка, заболеваниями легких или другими проблемами со здоровьем выделяют еще больше этого вещества. Когда много людей собирается в плохо проветриваемом помещении, количество вредных веществ в воздухе значительно увеличивается, и *это явление* называется «ядом толпы». Его запах сильный и отталкивающий для того, кто только что вошел в комнату, но через несколько минут обоняние человека к нему притупляется. Казалось бы, природа дает нам четкое предупреждение о вреде, но если мы игнорируем это предупреждение, оно вскоре прекращается.

Люди, которые действительно нечисты. — По-видимому, природа задумывала, чтобы мы жили на открытом воздухе. Вдыхаемый воздух становится нечистым. Он так же непригоден для нашего организма, как грязная вода или протухшая пища. Тем не менее, многие, кто называет себя чистыми и утонченными, *не допускают ни малейшей грязи на своей одежде и не используют ложку, которой только что пользовался другой человек, не возражают против того, чтобы снова и снова вдыхать в свои легкие отработанный воздух из легких других людей.* Если окно открыто для проветривания, они в ужасе от страха сквозняка. Сквозняки вредны только для потеющих людей или для тех, кто избаловал свою кожу, постоянно перегревая ее. По всей стране есть тысячи школ, церквей и театров, которые ежедневно пропитаны зловонными частицами из легких их обитателей. Хотя воздух в них без запаха для тех, кто в них находится, он отвратителен для любого, кто входит из свежего воздуха. На рисунке 80 показана правильная вентиляция школьного класса, отапливаемого печью.

Пыль вызывает катар бронхов и хроническое воспаление легких (); она подготавливает к туберкулезу, постепенно ослабляя легкие тех, кто ее вдыхает. Чтобы предотвратить ее накопление в доме, необходимы ум и здравый смысл. Главная цель уборки дома должна заключаться не только в удалении с пола кусочков бумаги, которые не причиняют вреда даже обуви, но *и в удалении примесей из воздуха. Бесполезно поднимать пыль и позволять ей снова оседать (эксперимент 12).* Во многих домах пыль накапливается в течение месяцев. Эксперименты показывают, что пыль и микробы, парящие в воздухе, не уменьшаются в значительной степени при слабом сквозняке в комнате. Окна должны быть открыты, а уборка должна проводиться в направлении воздушных потоков; *после уборки окна следует оставить открытыми надолго. Лучше всего убираться в ветреный день.*

Некоторые домохозяйки имеют привычку покупать мебель и безделушки для дома до тех пор, пока он не становится похожим на магазин или лавку старьевщика, что делает уборку в доме практически невозможной. Несколько тщательно подобранных предметов украшают дом больше, чем многочисленные случайные покупки, и они не загромождают дом и не служат ловушками для пыли. Несмотря на все меры предосторожности, некоторая пыль все же может оседать. Ее не следует просто снова поднимать перьевой щеткой, а *следует удалять влажной тряпкой.* Перед тем как перемещать пепел, его следует посыпать водой. На коврах следует использовать ковровые щетки, но никогда метлы. Ковры и кружевные занавески — настоящие пылевые ловушки, в которых пыль накапливается без ограничений. Те, кто ценит здоровье, не будут использовать такие нечистые мерзости, по крайней мере в спальнях. Хотя линолеум, голые полы с переносными ковриками, промасленные и окрашенные полы могут выглядеть не так уютно, как фиксированный ковер, в конечном итоге они приносят гораздо больше комфорта. *Ослабляющее действие обычной пыли является одной из главных причин заболеваний легких* и создает благоприятную почву для развития туберкулезных микробов. Мокрота, выкашливаемая туберкулезными больными, попадает на пол или улицу, быстро высыхает, и микробы разносятся ветром. Во многих городах существует закон, запрещающий плевать в общественных местах, а улицы промывают водой перед уборкой.

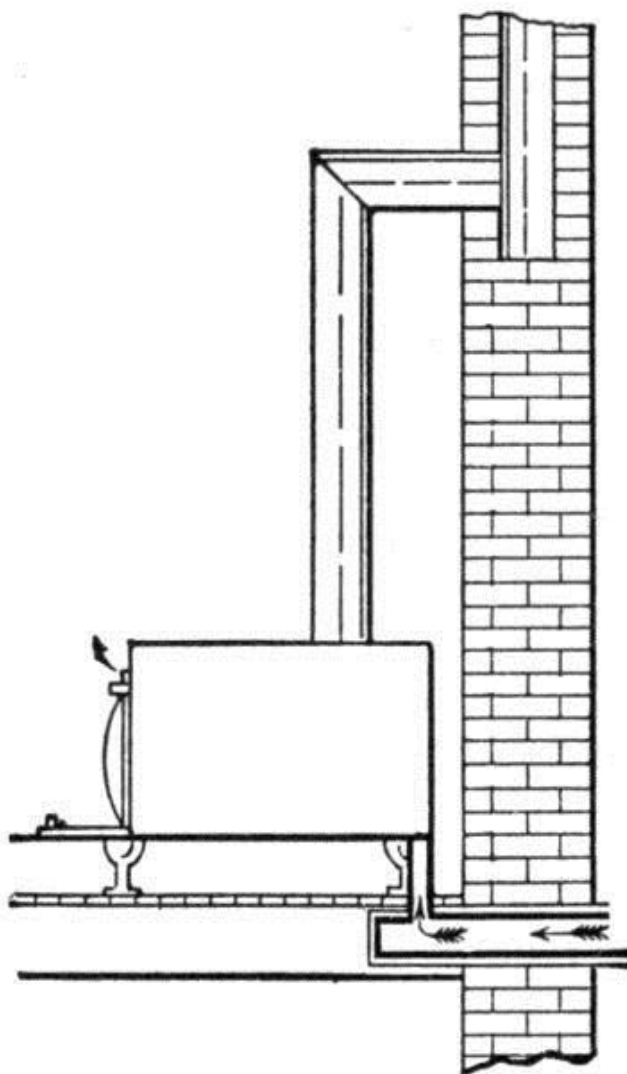


Рис. 81. Воздух поступает через специальный впускной отверстие и нагревается при прохождении через колпак, окружающий печь.

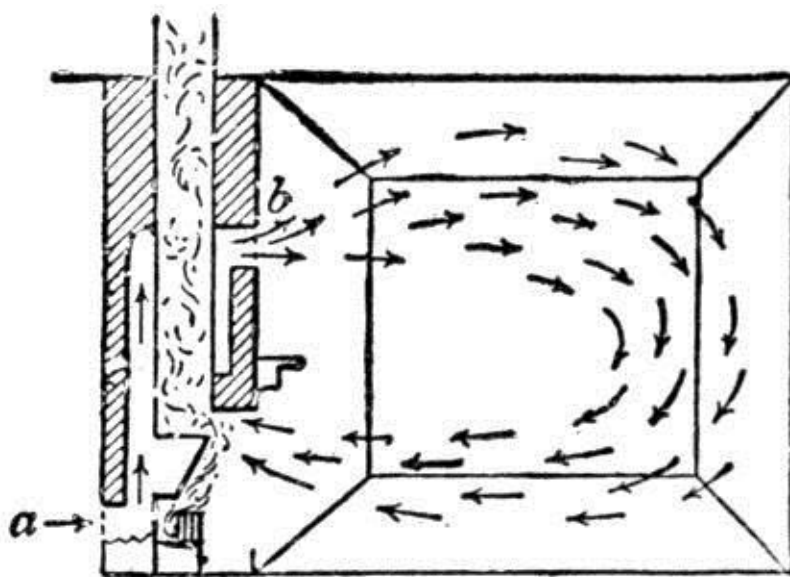


Рис. 82. — Дымоход с проходом за камином или решеткой, в котором воздух нагревается при входе.

Вентиляция не представляет трудностей в летнее время или в теплом климате. Причина, по которой это сложный вопрос в холодную погоду, заключается в том, что поступающий воздух должен быть не только чистым, но и теплым. Не допускать попадания холодного воздуха часто означает удерживать грязный воздух внутри. *Отопление горячим воздухом*, при котором чистый воздух проходит через печь и постоянно поступает свежий воздух, может быть хорошим методом ([рис. 80, 81](#)), но часто приводит к печальным результатам, поскольку высушивает воздух, что, в свою очередь, высушивает кожу. Чтобы этого не произошло, у входов следует установить широкие емкости с водой. Сухой воздух охлаждает. Почему? Доктор Барнс доказал, что влажный воздух при температуре 65° так же комфортен, как сухой воздух при температуре 71°. Воздух, насыщенный паром при температуре 60°, *будет насыщен только на 50% при температуре 80°*. Такой воздух высушивает слизистую оболочку глаз, носа и горла. Отопление с помощью *горячей воды*, циркулирующей в трубах, или *с помощью пара* не дает возможности вводить свежий воздух и, вероятно, приводит к худшей вентиляции, чем любой другой метод. Радиаторы должны стоять рядом с окнами или другими источниками свежего воздуха, чтобы воздух нагревался при входе, а выход воздуха должен быть как можно дальше от радиаторов. Те же правила применяются к отоплению с помощью *печей*. Масляная печь для отопления — это немыслимое зло для любого человека, кроме тех, кто совершенно не разбирается в гигиене. Отопление с помощью *каминов* ([рис. 82](#)) — самый здоровый из всех методов, поскольку воздух постоянно удаляется через дымоход и заменяется новым; даже если все двери и окна закрыты, он будет поступать через мелкие щели. *Тепловое излучение* распространяется по прямой линии от камина и *нагревает твердые предметы*, но не проходящий через него воздух. Поэтому открытый огонь будет согревать тело при низкой температуре в комнате. Однако камины не обеспечивают достаточного тепла в суровом климате.

Печи не так полезны для здоровья, как камины, поскольку через трубу удаляется не так много воздуха, как через дымоход. *Угарный газ*, в отличие от углекислого газа, является *активным ядом*, вызывающим усыхание кровяных телец. Он проходит через раскаленное железо или треснутую печь или топку.

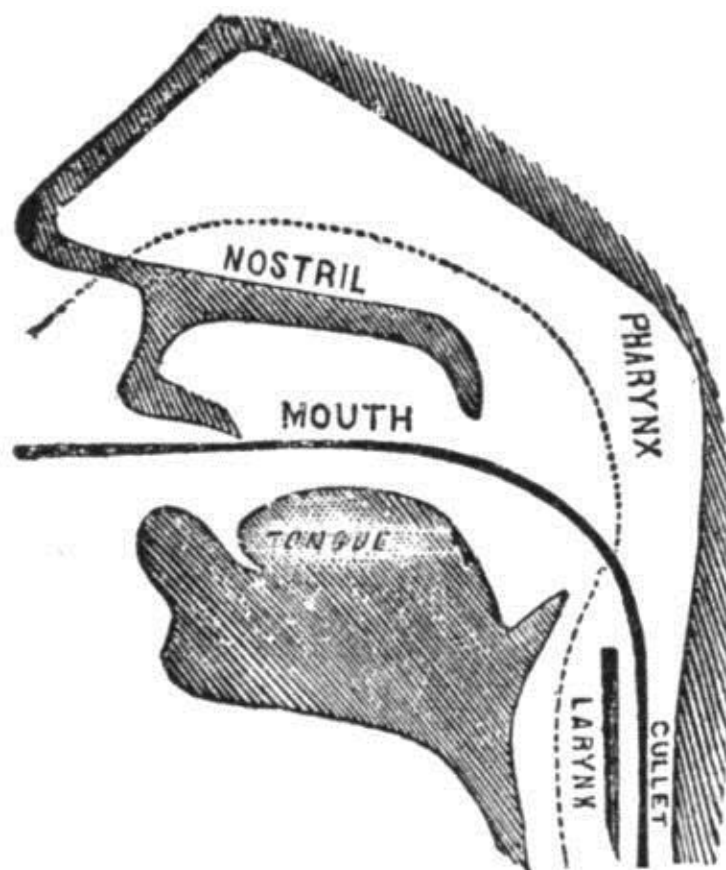


Рис. 83. — Набросок на доске.

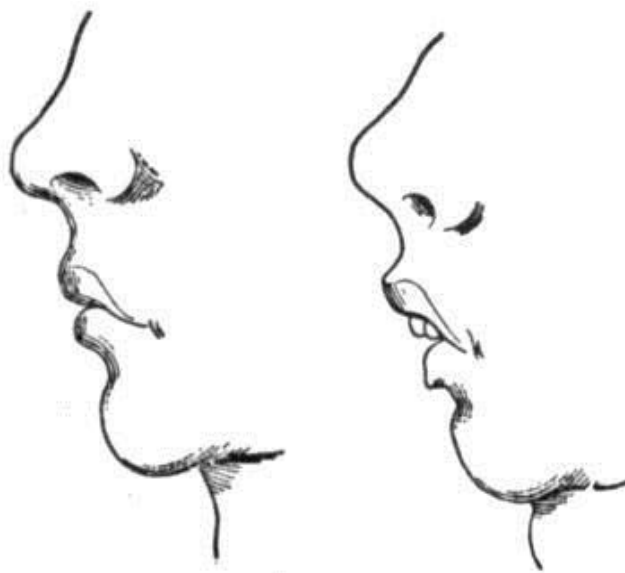


Рис. 84. — Выражение лица при дыхании ртом и дыхании носом.

Причины дыхания через нос ([рис. 83](#)). — (1) Многочисленные кровеносные сосуды в слизистой оболочке носовых ходов *нагревают воздух*, благодаря чему он не раздражает бронхи. (2) *Волоски в ноздрях фильтруют воздух* и задерживают пыль; то же самое делают реснички носовых ходов. (3) Человек, дышащий ртом, часто *проглатывает пищу*, не *разжевывая ее достаточно*, потому что не может задержать дыхание надолго. (4) Слизистая оболочка носа у человека, привыкшего дышать ртом, *высыхает, сжимается* и препятствует кровообращению, вызывая *катаральное воспаление носа*. (5) Дыхание ртом вызывает *неприятное выражение лица* (см. [рис. 84](#)). (6) При дыхании через рот () воздух проходит через нос не так быстро, как через рот; *легкие остаются более расширенными*, и человек не так быстро «задыхается». (7) *Голос человека*,

дышащего ртом, имеет жесткий оттенок, а не полный, резонирующий тон, как при открытых ноздрях. (8) Лучше ощущаются вкусы и запахи. Иногда у людей, дышащих ртом, почти полностью теряется обоняние. Если человек не может дышать носом даже в течение короткого времени, вероятно, у него аденоиды или миндалеподобные наросты в носу или глотке, и следует обратиться к врачу. «Аденоиды» имеют форму железы или винограда.

Заболевания органов дыхания. Простуда или катаральное воспаление — это воспаление слизистой оболочки. Если воспаление находится в носовых ходах, его называют простудой головы; если в глотке — ангиной; если в гортани или голосовом аппарате — охриплостью; если в бронхах — бронхитом; наконец, если в воздушных клетках — пневмонией. Если воздух не поступает в воздушные клетки, возникает приступ болезненного заболевания, называемого астмой, который сопровождается чувством удушья. Некоторые считают, что астма вызвана воспалением и отеком слизистой оболочки, выстилающей мелкие бронхи, что приводит к их закрытию; другие полагают, что мышцы крупных бронхов сокращаются и закрывают их. Плеврит — это воспаление плевры, которое делает дыхание болезненным. Если между плевами образуется много жидкости, внутренняя плева может давить на легкие и мешать дыханию.

Алкоголь не только ослабляет кровеносные сосуды, расположенные близко к поверхности, но и кровеносные сосуды в целом. Ослабленные и переполненные кровеносные сосуды в легких делают их более подверженными пневмонии и другим застойным заболеваниям. Постоянная застойная гиперемия вызывает аномальный рост соединительных тканей в стенках клеток. Это снижает емкость легких и мешает обмену углекислым газом и кислородом.

Табак. — Часто задают вопрос, почему сигареты наносят гораздо больший вред здоровью, чем трубки и сигары. В качестве причины называют свойства бумаги, из которой изготавливают сигареты, а также различные другие абсурдные причины. Настоящая причина заключается в том, что курильщик сигарет обычно вдыхает табачный дым. Дым сигары, попадая в легкие, обычно сразу выкашливается. Сигаретный дым слабее — он настолько слаб, что курильщик не довольствуется просто всасыванием никотина через слизистую оболочку рта; он вдыхает его в легкие. Именно мягкость дыма приводит к его вдыханию. Следовательно, поскольку поверхность легких в сто раз больше поверхности рта, а их слизистая оболочка намного тоньше, курение сигарет гораздо более вредно, чем курение сигар.

Яд накапливается в чашке трубки; поэтому старая трубка очень вредна. Раздражение от табачного дыма часто вызывает хронический сухой катар дыхательных путей; в редких случаях оно вызывает рак губ или языка. Сэр Генри Томпсон говорит: «Единственные люди, которые наслаждаются курением и иногда находят его успокаивающим, — это те, кто курит с большой умеренностью. Люди, которых редко можно увидеть без сигары во рту, уже давно перестали получать удовольствие от курения. Они закрепились в этой привычке и просто страдают, когда у них нет сигары». Они курят не для удовольствия, а чтобы избавиться от страданий, от которых более мудрые люди избавляются, полностью отказавшись от табака.



Рис. 85.



Рис. 86.

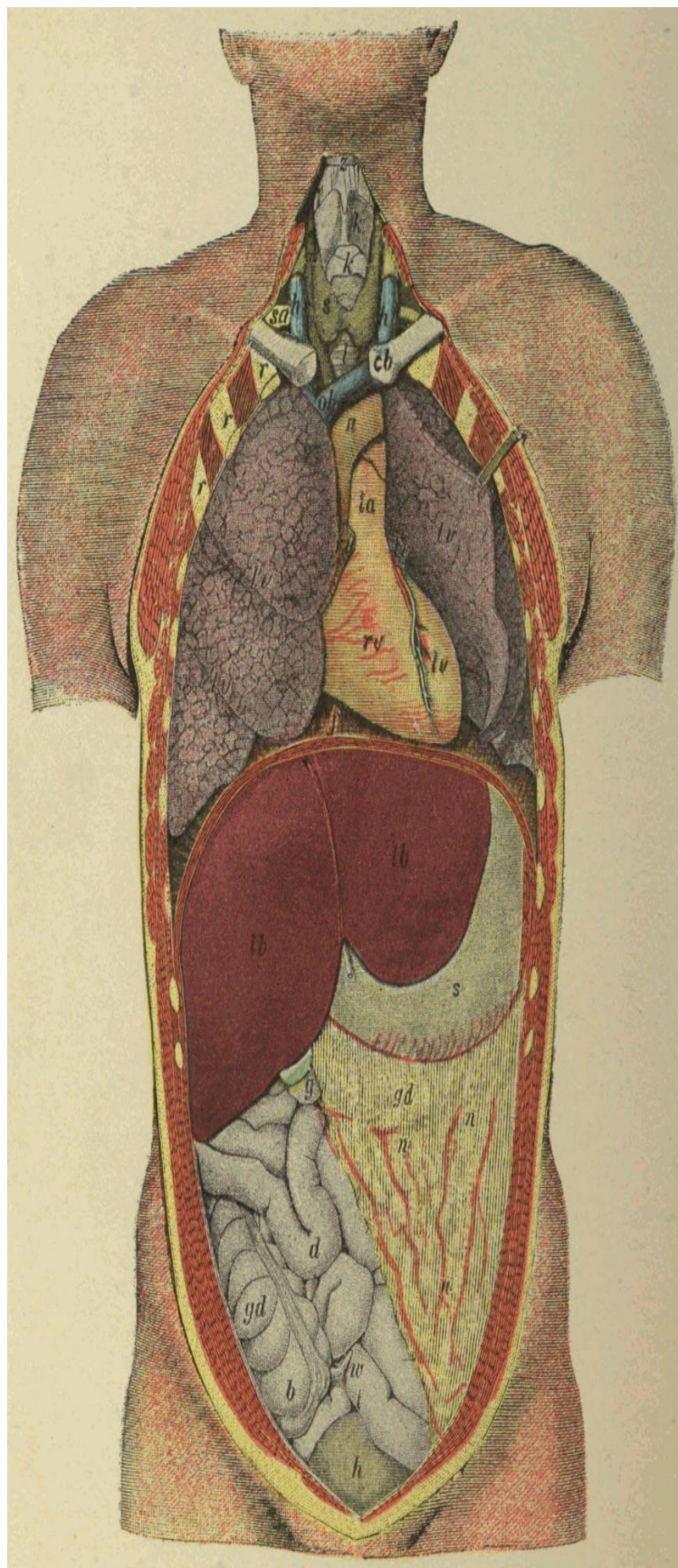
Рис. 85. — Сплюснутая грудь и впалые органы талии из-за ношения тесной одежды с четырнадцати лет. Такие женщины часто ходят, наклонив тело вперед, чтобы скрыть выпуклый живот.

Рис. 86. — Естественная женщина.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ. 1. Укажите, как в случае человека с круглыми плечами постепенное переформирование хрящей (каких?), укрепление мышц (каких?) и практика глубокого дыхания могут способствовать приобретению прямой и идеальной фигуры (). 2. Должна ли шляпа быть хорошо вентилируемой? (Пунш для проделывания отверстий стоит десять центов.) Должна ли шляпа быть жесткой или мягкой? 3. Назовите привычки, которые ухудшают работу легких. 4. Как вы могли бы убедить человека, что спальня должна быть открыта во время и после уборки? Что она должна проветриваться ночью? 5. Что более вредно для окружающих: жевание табака, которое приводит к загрязнению земли, или курение, которое загрязняет воздух? 6. Почему те, кто стоит прямо, когда копает землю, устают в два раза меньше, чем те, кто наклоняется или «горбится»? (Гл. VI.) 7. Почему студенты, которые сидят в креслах-качалках или по другим причинам наклоняют голову вперед, когда учатся, часто обнаруживают, что избавляются от сонливости, если сидят прямо или сидят на прямом стуле? 8. Почему высокие воротники являются источником простудных заболеваний? 9. Если тяга в дымоходе камина, когда огонь горит, забирает объем воздуха, достаточный для многих людей, почему нет необходимости открывать окно? 10. Почему холодный загрязненный воздух делает человека более холодным, чем холодный чистый воздух? (Стр. 14.) 11. Ведут ли современные обычаи единообразия в одежде для всех классов и климатических зон, доставка продуктов питания с больших расстояний, подражание одной группой или нацией другой группе или нации к здоровью или болезни? Нарушают ли такие обычаи великий биологический закон, согласно которому жизнь является процессом адаптации к окружающей среде, или соответствуют ему?



Рис. 87. Подтяжки должны иметь шкив или рычаг сзади, чтобы ремень с одной стороны мог ослабляться при поднятии одного плеча.



Цветная иллюстрация 6. Органы туловища.

cb, ключица; *r*, ребра; *z*, язычная кость (подъязычная); *k*, *k*, хрящи гортани; *l*, трахея; *s*, щитовидная железа; *gv*, правый желудочек; *lv*, левый желудочек; *ru*, правое предсердие; *lu*, левое предсердие; *a*, аорта; *ka*, артерия к голове (сонная); *sa*, подключичная артерия; *la*, легочная артерия; *oh*, верхняя полая вена; *hv*, яремная вена; *li*, легкие; *f*, диафрагма; *lb*, печень; *g*, желчный пузырь; *s*, желудок; *x*, селезенка; *n*, брыжейка с сосудами; *d*, тонкий кишечник; *gd*, толстый кишечник; *b*, слепая кишка; *w*, червеобразный отросток; *h*, мочевого пузыря.

ГЛАВА VII

ПИЩА И ПИЩЕВАРЕНИЕ

Эксперимент 1. Тесты на кислотные, щелочные и нейтральные вещества. — Повторите тесты, описанные в общем введении.^[6]

^[6] См. также «Лабораторные упражнения по физиологии» Пибоди, Холт, Нью-Йорк.

Эксперимент 2. Тест на крахмал. — См. [общее введение](#).

Эксперимент 3. Тест на виноградный сахар. — См. [Общее введение](#).

Эксперимент 4. Тест на белковые вещества. — См. [Общее введение](#).

Эксперимент 5. Тест на жиры — см. [Общее введение](#).

Эксперимент 6. Человеческие зубы. Изучите форму зубов из всех частей рта. Попросите стоматолога дать вам несколько зубов. Разбейте некоторые из них, чтобы рассмотреть их структуру. Классифицируйте их. Нарисуйте увеличенный срез.

Эксперимент 7. Изучение зубов. (Дома.) — Сядьте спиной к свету и посмотрите в зеркало, широко открыв рот. Видите ли вы четыре вида зубов, названные в тексте? Какие из них приспособлены для резания? Какие — для измельчения? Есть ли среди них зубы, приспособленные для разрывания? Есть ли среди них заостренные зубы? В чем разница между премолярами и молярами? Есть ли кариес? Чисты ли зубы? Являются ли так называемые клыки настолько длинными, что выступают за линию других зубов, как у собаки? Соприкасаются ли края верхних и нижних резцов, когда рот закрыт, или они не соприкасаются, как лезвия ножниц? Сколько корней у каждого нижнего зуба? (См. [рис. 92.](#)) У какого зуба самый длинный корень?

Эксперимент 8. Строение желудка млекопитающих. — Купите на рынке кусок рубца. Изучите его несколько слоев. Бархатистый внутренний слой покрыт слизистой оболочкой. (Микрофотография, [рис. 95.](#))

Эксперимент 9. Модель пищевода человека. Сделайте модель пищевода из желтой батиста, придав каждому органу его правильный размер. Следуйте размерам, указанным в тексте.

Необходимость в пище. Растущие растения и растущие животные нуждаются в новом материале, чтобы *увеличиваться в размерах или расти*. Растения не перестают расти, пока они живы; большинство млекопитающих достигают своего полного размера за одну пятую времени, занимаемого всей их жизнью (). (По этому правилу, сколько должен жить человек?) Кроме того, животные *перемещаются с места на место* и работают своими мышцами. Энергия для этого поступает из пищи, которую они едят. Растения не используют пищу для этой цели. Еще одна потребность в пище связана с *необходимостью тепла* для всех живых существ. Деятельность животных приводит к износу или разрушению тканей, а пища поставляет материал, из которого клетки строят новую живую материю и *восстанавливают ткани*. Мы уже говорили о роли кислорода в высвобождении энергии в живой субстанции клетки путем ее окисления. В организме нет печи, как в двигателе, но окисление происходит в самих клетках, и топливо преобразуется клетками в живую материю, прежде чем окисляется. Растения должны поднять минералы из неорганического мира в органический, прежде чем они смогут стать пищей для животных. Растения могут усваивать минералы, а животные — нет. Организм не может создавать кости из известковой воды. Железо, содержащееся в железосодержащих тонизирующих средствах, не может быть

использовано. Железо делает зерно коричневым, а персик — красным. В нашей пище содержится в десять раз больше железа, чем необходимо организму.

Назовите четыре причины, по которым животным нужна пища. Какая из этих причин очень важна для растений? Наименее важна? Совершенно отсутствует? Почему постоянное дыхание необходимо для жизни? Когда дыхание ускоряется? Почему? Люди, ведущие какой образ жизни, обычно имеют плохой аппетит? Хороший аппетит? Почему? Какой орган первым развился у животных? ([Биология животных, гл. IV.](#))

Тело — это машина для передачи энергии. Энергия не может быть уничтожена, но она может быть передана и изменена в форме. Когда монета трется о стол, мышечная энергия, поставляемая окислением в мышцах, производит движение. Трение может превратить движение в тепло, и монета станет очень горячей. Соединение пищи и кислорода () в клетках тела дает тепло и движение (энергию) тела. Только вещества, которые окисляются или сгорают, являются настоящей пищей. Вода, соль и углекислый газ не сгорают, поэтому они не могут давать энергию организму. Но энергия солнца, действуя на зеленые листья, разрывает углерод от кислорода ([Биология растений, гл. XIII](#)), высвобождает кислород, а углерод накапливается в крахмале для будущего сгорания. Солнечный свет — это энергия (свет и тепло). Солнце поддерживает жизнь растений, а через них — жизнь животных. Окисление в организме происходит настолько медленно, что его трудно назвать сжиганием, но оно происходит быстрее, чем окисление железа при ржавлении или дерева при гниении, и примерно равно непрерывному горению двух свечей.

Четыре вида питательных веществ, или продуктов питания. — *Виды продуктов, которые мы едим, кажутся бесчисленными, но они содержат только четыре вида питательных веществ:* крахмал, жиры, белки и минералы. Многие продукты содержат все четыре вида питательных веществ. Молоко содержит сахар (измененную форму крахмала), сливки (жир), творог (белок) и воду (минерал). Овсянка содержит крахмал, масло, глютен и воду.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИЛИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

1. Белки.	Продукты, строящие ткани (также ценные в качестве топлива).	
2. Крахмалы (и сахара)		
3. Жиры (и масла)	Продукты, дающие энергию и тепло (топливо) и	
4. Минералы (вода, соль).	жир.	Важные вспомогательные вещества при употреблении других продуктов.

Относительная теплотворная способность. — Один фунт жира производит в организме столько же тепла, сколько 2,3 фунта белка или 2,3 фунта крахмала, причем последние два имеют одинаковую теплотворную способность в организме.

Крахмал и сахара тесно связаны между собой; крахмал легко превращается в сахар. Они содержат много углерода и называются **углеводами**. Крахмал особенно богат в зерновых, семенах и мясистых корнях ([рис. 88](#)). Сахар в спелых фруктах и меде называется *фруктозой*. *Молочный сахар* () содержится в сладком молоке. *Винный сахар* содержится в винограде и меде; мелкие зерна, которые можно увидеть в изюме, состоят из винного сахара; его также можно получить искусственным путем из крахмала. *Тростниковый сахар* содержится в тростнике, в соке клена и в сахарной свекле ([эксперименты 2, 3](#)).

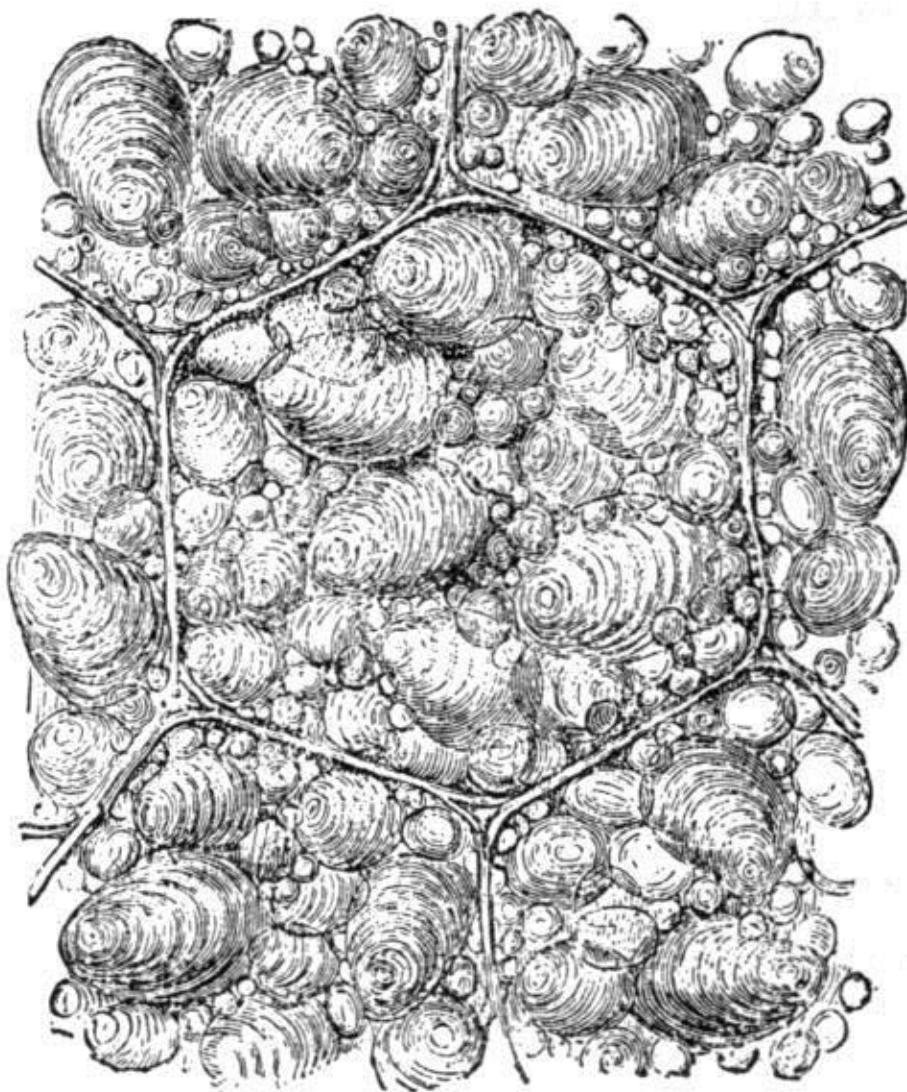


Рис. 88. — Крошечный кусочек картофеля, сильно увеличенный, показывающий клетки, заполненные зернами крахмала. При приготовлении эти клетки лопаются.

К **жирам** относятся жиры и масла, содержащиеся в молоке, мясе и растениях. Жир, такой как жир, при обычной температуре находится в твердом состоянии, в то время как масло, такое как оливковое масло, при той же температуре находится в жидком состоянии. Жир был маслом, пока находился в теплом теле быка. Сахар преобразуется в жировую ткань так же легко, как и сама жирная пища.

Протеиды — единственные продукты, содержащие азот, необходимый для построения тканей. Без азота проплазма не может образовываться. Мы не часто видим чистые протеидные продукты, поскольку их не так легко отделить от продуктов, содержащих их, как крахмал, сахар и жир. *Альбумин*, или яичный белок, представляет собой протеид, соединенный с водой в четыре раза превышающей его вес. Чистый протеид также называется *альбумином*. Коагуляция под воздействием тепла — один из тестов на протеид ([эксперимент 4](#)). Вот названия протеидов, или альбуминов, содержащихся в нескольких распространенных продуктах: *казеин* — творог или сырная часть молока; *миозин* — постное мясо; *фибрин* — кровь; *легумин* — бобы и горох; *глютен* — клейкая часть влажной муки; *желатин* — кости. Протеид ценен для организма как топливо, а также как строительный материал для тканей. Мы могли бы сжигать бобы и горох, а также строго топливные продукты, крахмал и жир, в двигателе и получать тепло для приведения двигателя в движение. Если человек занимается спортом или тяжелым физическим трудом, ему следует

увеличить количество потребляемых жиров и углеводов, но не протеида. Мышечная активность увеличивает выделение углерода, но не азота из организма.

Минералы. Железо крови и минеральные соли в костях (карбонат и фосфат извести) должны поступать в организм в органической форме, чтобы быть использованными. Вода и соль являются минеральными продуктами. Около двух третей организма состоит из воды. Клетки должны выполнять свою работу в воде. В сухом состоянии они не могут жить. Вода обеспечивает кровоток, а кровь не только питает, но и промывает и очищает ткани. Некоторые люди теряют привычку пить много воды, и от этого страдает их здоровье. В таком случае пить много воды будет безопаснее и эффективнее, чем принимать ядовитые лекарства для восстановления здоровья.

Фальсификация продуктов питания. Иногда в продукты питания добавляют *более дешевые ингредиенты*, которые имеют небольшую или нулевую пищевую ценность, но не наносят большого вреда здоровью. *Примеры:* вода, добавляемая в молоко, опилки в молотые специи, цикорий в кофе, глюкоза в кленовый сироп. Другие формы фальсификации не только обманывают кошелек, но и *могут разрушить здоровье* или фактически это делают. *Примеры:* добавление борной кислоты или формалина в молоко для предотвращения скисания, добавление меди в консервированный горох и т. д. для придания ярко-зеленого цвета; использование салициловой кислоты или буры в минимальных количествах в качестве консерванта в консервированной кукурузе, помидорах и т. д.; добавление кислот в «яблочный» уксус; обработка сушеных фруктов серой для предотвращения потери цвета. Законы о чистых продуктах питания стремятся пресекать эти злоупотребления. Лучше всего покупать продукты в их первоначальном виде. Например, лимоны более надежны, чем уксус. Немного лимона на каждой тарелке в семьях, которые могут себе это позволить, гораздо предпочтительнее уксуса. По возможности всегда следует покупать продукты у соседей. Фермеры и садоводы должны сами сушить и консервировать продукты. О чистоте воды см. [гл. X](#).

Суточная норма. — Для восполнения суточных **потерь** организма необходимо *1/4 фунта (4 унции) белковых продуктов и 1 фунт (16 унций) энергетических продуктов* (всего 20 унций безводных продуктов). Следовательно, *сбалансированный рацион* содержит белковые и энергетические продукты в соотношении 4 к 16 или 1 к 4. Однако недавние эксперименты, проведенные в Йельском университете, показывают, что 2 унции белка в день дают больше сил, чем четыре.

Аппетит — идеальный ориентир для тех, кто ведет активный образ жизни и медленно ест простую пищу. Сильно приправленная пища и сложные смеси портят аппетит; тогда он сбивает с пути, вместо того чтобы безопасно вести. Конечно, аппетит не может подсказать, как правильно и в каком количестве питаться, если на столе нет ни одного из четырех необходимых продуктов или если предлагается непитательная или трудноперевариваемая пища. Хорошо выбирать одну пищу для еды, потому что она богата белками, другую — потому что она богата жирами, а третью — потому что она богата крахмалом или сахаром. (См. [таблицу](#), стр. 95.) Знание о питании позволяет хозяйке обеспечить питательную пищу за меньшие деньги, чем невежественная хозяйка часто платит за пищу, не обладающую питательными качествами.

Сбалансированный рацион. Недостаток крахмала может быть восполнен избытком жира или сахара. Очень важно обеспечить организм белками, поскольку их нельзя заменить никакими другими продуктами. Избыток белка наиболее вреден. Избыток крахмала или жира окисляется до воды и углекислого газа, которые являются безвредными продуктами распада; избыток белка превращается в мочевину, которая может стать вредной, перегружая печень и почки, которые ее выделяют.

Состав одной унции различных продуктов в долях унции

	ПРОТЕИНЫ	ЖИРЫ	УГЛЕВОДЫ		МИНЕРАЛЬНЫЕ	ДРЕВЕСНЫЕ							
	ТЕИДЫ		ГИДРАТЫ	ВОДА	СОЛИ	КЛЕТЧАТКА							
Суточная норма	4 унции	2 унции	14 унций	2 кварта		0							
I. ОРЕХИ.													
Пекан	0,103	0,708	0,143	0,03	0,017								
Грецкий орех	0,158	0,574	0,16	0,03	0,014								
Миндаль	0,235	0,53	0,12	0,078									
Кокос	0,056	0,51		0,35		0,04							
Каштан	0,037	0,02	0,38	0,54	0,009	0,02							
II. ФРУКТЫ.				Сахар									
Персик		0,007		0,045	0,85	0,007	0,04						
Apple		0,004		0,072	0,84	0,005	0,05						
Blackberry		0,005		0,040	0,86	0,004	0,01						
Вишня		0,005		0,10	0,84	0,007	0,02						
Виноград		0,125		0,15	0,70	0,005							
Инжир													
(сушеный)		0,040	0,014	0,50									
Банан		0,050		0,20	0,75								
III. КОРМ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ.													
Постная говядина			0,20	0,035	0,009	0,75	0,016						
Жирная свинина			0,098	0,489		0,390	0,023						
Копченая ветчина			0,25	0,365		0,278	0,101						
Сиг			0,181	0,029		0,780	0,010						
Птица			0,210	0,038		0,740	0,012						
Устрицы			0,175	0,005		0,800	0,015						
Коровье молоко			0,035	0,040	0,040	0,870	0,007						
Яйца			0,125	0,120		0,735	0,010						
Сыр			0,335	0,243		0,368	0,054						
Масло			0,003	0,910		0,060	0,021						
IV. СТРУЧКИ ИЛИ БОБОВЫЕ.						Крахмал							
бобы				.25	0,020	0,52	0,125	0,035	0,060				
Горох					0,019	0,577	0,12	0,028	0,032				
Арахис					0,2947	0,465	0,162	0,02	0,028	0,043			
V. ЗЕРНОВЫЕ.													
Пшеничная мука (белая)					0,110	0,020	0,703	0,150	0,017	0,003			
Пшеничный хлеб					0,080	0,015	0,490	0,400	0,012	0,00			

Овсянка	0,126	0,056	0,630	0,150	0,030	0,016
Кукуруза	0,100	0,067	0,706	0,135	0,014	.015
рис	0,050	0,008	0,832	0,100	0,005	0,040
VI. ОВОЩИ.						
Картофель	0,012	0,001	0,205	0,767	0,009	0,006
Капуста	0,02	0,030	0,058	0,910	0,007	0,015

Исследования на основе таблицы. — Какие орехи богаты белками? Какие фрукты? Какие продукты животного происхождения? Какие бобовые? Какие зерновые? Какие продукты богаты жирами? Какие богаты углеводами? Какие зерновые содержат много крахмала? Какие орехи? Какие фрукты содержат много сахара? Одна семья питалась в основном кукурузным хлебом, картофелем, сиропом, пирожными и сладостями: какие два из четырех продуктов питания отсутствовали в их рационе? Другая семья питалась в основном жирной свининой, хлебом, рисом, овощами и фруктами: какой продукт питания отсутствовал? Дюжина яиц весит $1\frac{1}{2}$ фунта. Что дает более дешевое питание: яйца по 15 центов за дюжину или говядина по 15 центов за фунт? Что является самым дешевым из продуктов, богатых белком? Жиром? Углеводами? Что дешевле: фунт говядины по 20 центов или фунт орехов пекан по той же цене? ([Рис. 101](#).) Какой продукт содержит больше всего воды? Меньше всего воды? Какой из продуктов, богатых белком, самый дорогой? Самый дешевый? Обратите внимание, что почти все продукты, содержащие много белка, являются дорогостоящими. Вода и древесная клетчатка не считаются питательными веществами. Какой вес питательных веществ содержится в 1 унции коровьего молока? Если quart цельного молока стоит 12 центов, то сколько стоит quart обезжиренного молока?

Как разные народы достигают правильного соотношения углеводов и белков в рационе.—Молоко содержит избыток азота, а овсянка — избыток углерода; овсянка и молоко являются популярными продуктами питания у шотландцев. Картофель состоит в основном из крахмала и воды, и ирландец, который пытался питаться только картофелем, должен был бы съесть семь фунтов в день, чтобы получить достаточное количество белка. Ирландский крестьянин держит корову и кур; питаясь молоком и яйцами, он обходится половиной указанного выше количества картофеля. Мексиканцы едят хлеб из кукурузной муки и получают белок, постоянно употребляя в пищу бобы. Сотни миллионов людей в Азии (индусы, китайцы и другие) питаются в основном рисом, который содержит только пять процентов белка и не содержит жира; в основном они добавляют в пищу масло или другой жир, а также бобы, которые содержат растительный белок.

Общее описание пищеварения. Пища растворяется в пищеварительном канале и всасывается кровеносными и лимфатическими сосудами в его стенках. Этот канал имеет длину около тридцати футов ([рис. 89, 90](#)) и состоит из

(1) **Рот**, где пища остается примерно на минуту, пока ее жуют и смешивают со *слюной*; слюна превращает часть *крахмала* в мальтоз.

(2) **Пищевод** — трубка длиной девять дюймов, проходящая от рта к желудку и расположенная перед позвоночным столбом.

Иллюстрированное исследование пищеварительного тракта.

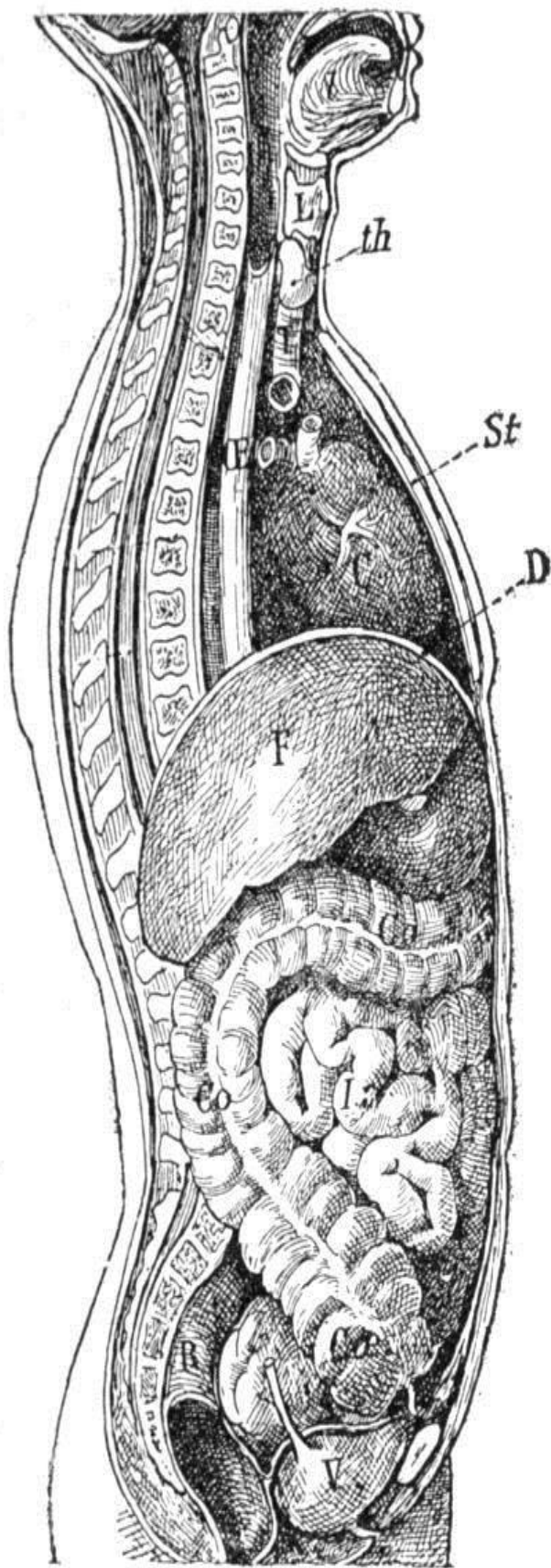


Рис. 89. — Органы туловища сбоку.

L — гортань; *th* — щитовидная железа; *T* — трахея; *St* — грудина; *C* — сердце; *D* — диафрагма; *F* — печень; *E* — желудок; *I* — кишечник; *Co* — толстая кишка; *R* — прямая кишка; *V* — мочевой пузырь.

Вопрос: Части каких органов находятся дальше, чем позвоночник? Сравните этот рисунок с [цветным рис. 6](#).

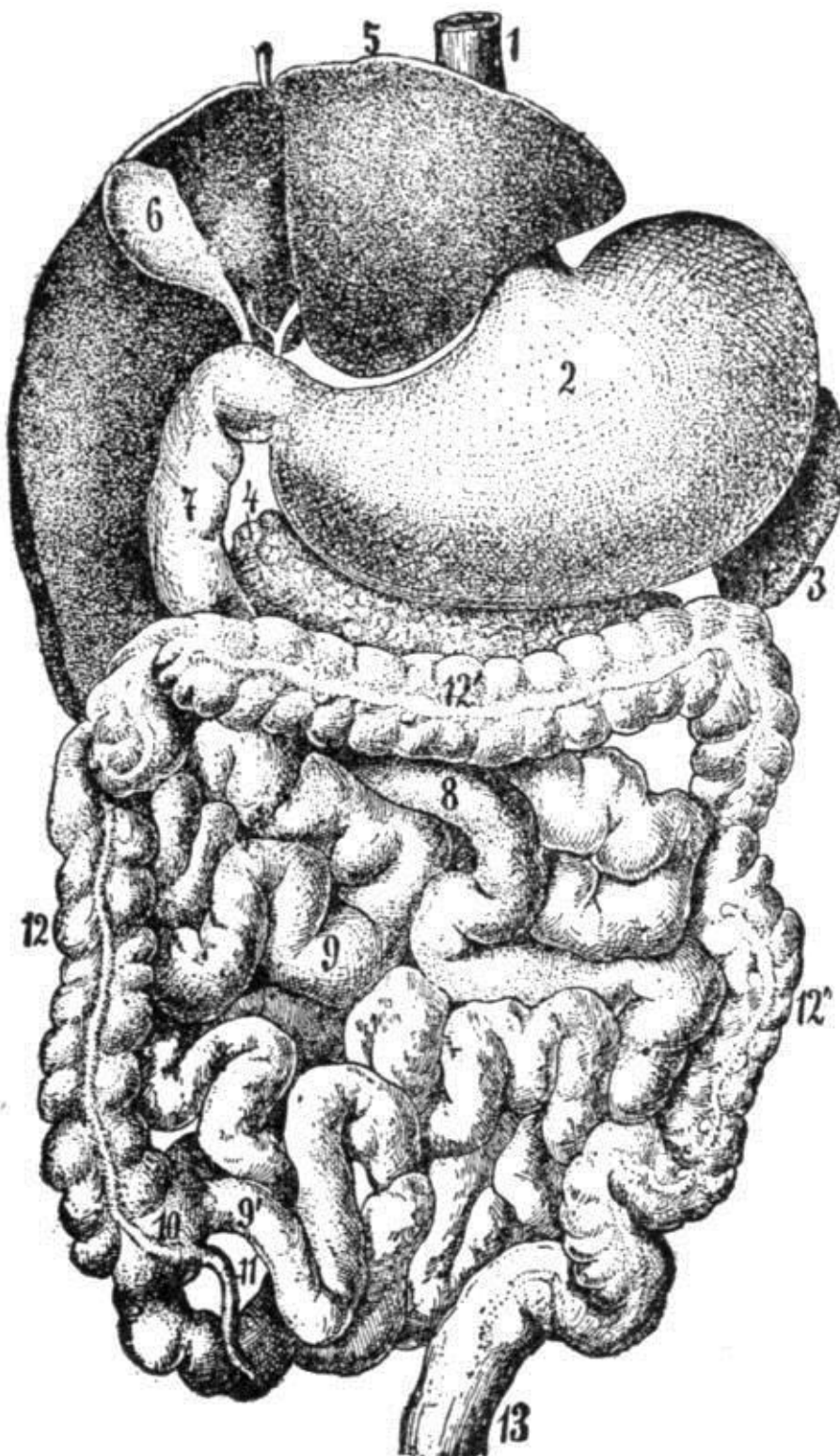


Рис. 90. — Пищеварительные органы, вид спереди (печень повернута вверх).

1, пищевод; 2, желудок; 3, селезенка; 4, поджелудочная железа; 5, печень (повернута вверх); 6, желчный пузырь; 7, 8, 9, тонкий кишечник; 9', соединение тонкого и толстого кишечника; 10, слепая кишка (слепой мешок); 11, червеобразный отросток; 12, 12', 12'', восходящая, поперечная и нисходящая ободочная кишка; 13, прямая кишка (прямая) чуть ниже S-образного изгиба ободочной кишки.

Вопрос: Сравните с [рис. 89](#) и [цветным рис. 6](#).

(3) **Желудок** — большой мешок, в котором хранится пища и из которого она проходит в течение нескольких часов, превратившись в полужидкую массу, а *белки* частично перевариваются *желудочным соком*, кислотой, выделяемой мелкими железами в стенках желудка.

(4) **Тонкий кишечник** — узкая трубка длиной более шести метров, где впервые происходит воздействие на *жиры*, а также на *крахмал* и *белки*, и где примерно через десять часов пищеварение трех классов пищи завершается под действием *панкреатического сока* из *поджелудочной железы* и *желчи* из *печени*.

(5) **Толстый кишечник**, длиной около пяти футов, где *всасываются* последние остатки питательных веществ и собираются *неперевариваемые вещества* из пищи ([эксперимент 9](#)).

Зубы. Основная часть зуба состоит из костного *дентина*, или слоновой кости. Твердая, блестящая *эмаль* защищает коронку, или видимую часть. Часть зуба под десной называется *шейкой*, а часть в костной лунке — *корнем*. Эмаль заканчивается чуть ниже десны, где ее перекрывает *цемент* корня. В каждом зубе есть пульпарная полость ([рис. 91](#)); она содержит *пульпу*, состоящую из соединительной ткани, с нервами и кровеносными сосудами, которые входят в кончик корня ([эксперимент 6](#)).

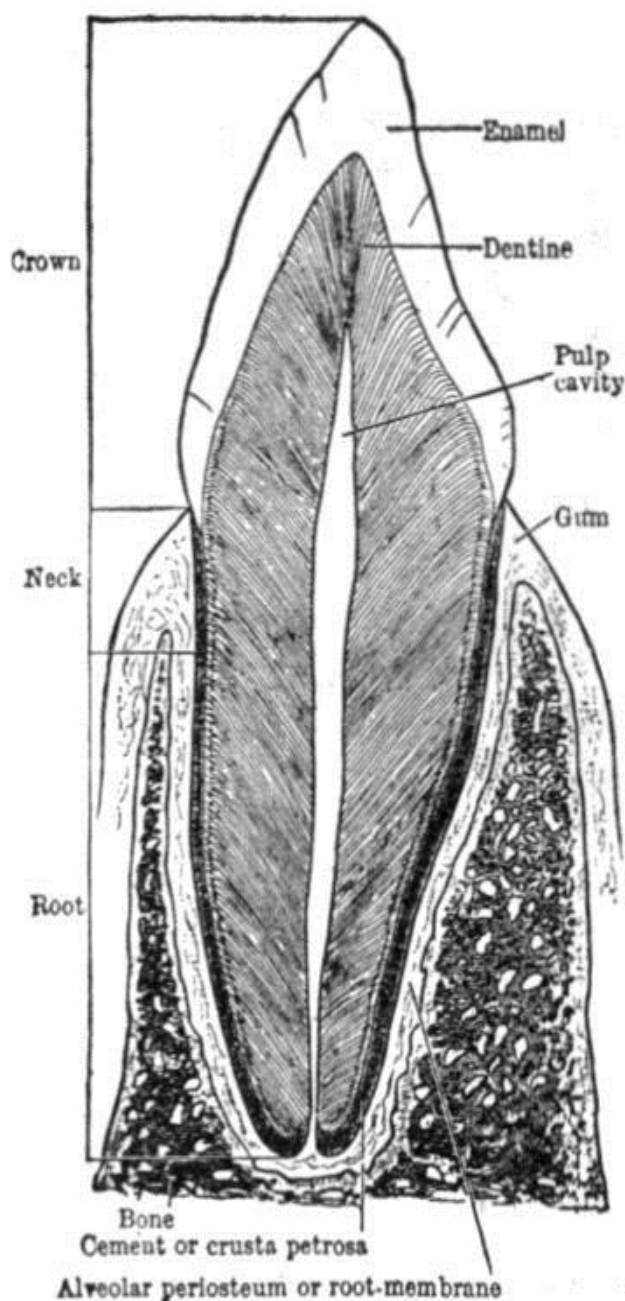


Рис. 91. — Продольный разрез клыка.

Временный набор зубов формируется примерно в двухлетнем возрасте и состоит из двадцати зубов. Зубы не могут расти по мере роста челюсти, и вскоре более крупный и постоянный набор начинает расти глубже в челюсти (). В возрасте двенадцати или тринадцати лет появляются все постоянные зубы, за исключением четырех зубов мудрости, которые появляются в возрасте от семнадцати до двадцати пяти лет. Второй набор не только заменяет двадцать зубов первого набора, но и, чтобы заполнить более крупные челюсти, добавляется двенадцать моляров, по три сзади в каждой половине челюсти, что составляет тридцать два зуба во втором наборе ([Exp. 7](#)). Зубы в каждой четверти рта, названные по порядку от передней части, являются: два резца, один клык, два премоляра, три моляра.

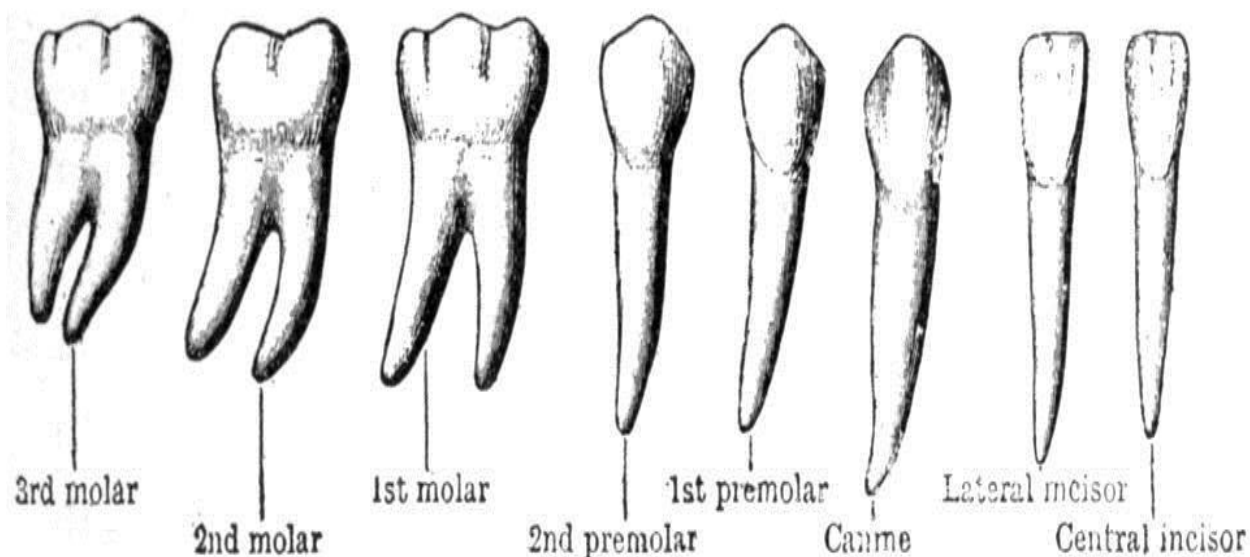


Рис. 92. Постоянные зубы в правой половине нижней челюсти.

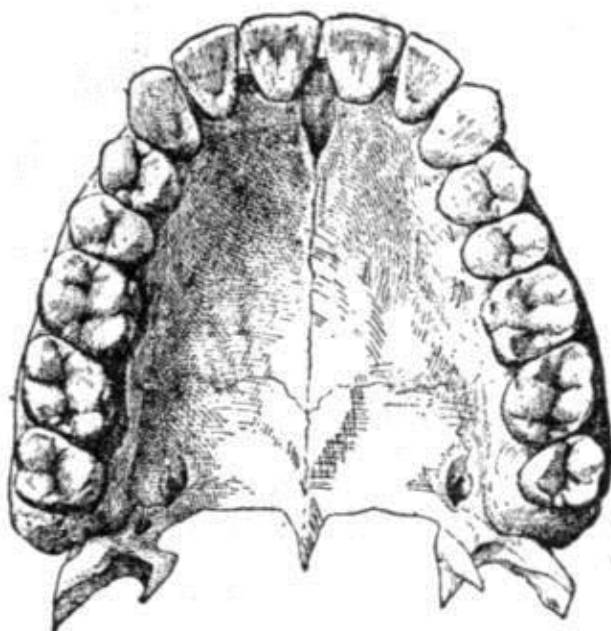


Рис. 93. Верхняя челюсть с зубами.

Уход за зубами. Лучший способ ухода за зубами — *поддерживать идеальное пищеварение*. Идеальное пищеварение способствует сохранению зубов, а здоровые зубы способствуют идеальному пищеварению. Зубы следует *чистить регулярно*. Лучшая зубная паста — это подготовленный мел. Не трите поперек, а от десен к зубам, чтобы не оттереть десны от зубов. Нечистая щетка может быть источником микробов. *Зубочистки* и зубная нить полезны. Если человек питается только мягкой пищей, при приготовлении которой не используются зубы, то зубы разрушаются, поскольку, по-видимому, закон природы гласит, что ненужные органы удаляются. Давление от *жевания твердой пищи* помогает зубам, способствуя кровообращению и нервной деятельности в пульпе. Прием *очень горячих или очень холодных* напитков может привести к *растрескиванию эмали*. Если зуб болит или на нем обнаружено небольшое кариозное пятно, следует немедленно обратиться к стоматологу. Зубы настолько важны для здоровья, что их не следует удалять, если их можно сохранить.

Процесс пищеварения заключается в разжижении пищи, чтобы она могла пройти через стенки пищевода в кровь, а через стенки кровеносных сосудов — в ткани. Это достигается: (1) *механическими* средствами, включая жевательные мышцы, зубы и три слоя мышц в стенках пищевода; (2) *химическими* средствами, или воздействием щелочей и кислот на пищу; (3) *органическими* средствами, или действием ферментов. *Фермент* (или *энзим*) — это растительное вещество, которое способно вызывать химические изменения в больших количествах вещества, с которым оно вступает в контакт, не изменяясь само. Один фермент выделяется во рту, два — в желудке и три — в тонком кишечнике.

Пищеварение во рту. Слюна образуется шестью железами: одна находится в щеке перед каждым ухом, одна — в углу нижней челюсти, и одна пара — под языком. Каждая железа открывается во рту с помощью протока. Слюна вязкая, потому что она смешивается со слюзью, образуемой слизистой оболочкой, выстилающей рот; обычно она содержит пузырьки воздуха. В слюне содержится фермент под названием *птиалин*, который способен превращать крахмал в мальтоз. Если долго жевать кусочек хлеба, он становится сладким, потому что часть *крахмала превращается в сахар*. Выделение слюны вызывается жеванием, видом или даже мыслью о вкусной еде. Сухость пищи гораздо сильнее, чем что-либо другое, вызывает выделение слюны. При употреблении овсянки и молока слюна выделяется в четыре раза меньше, чем при употреблении сухого тоста ([рис. 94](#)).

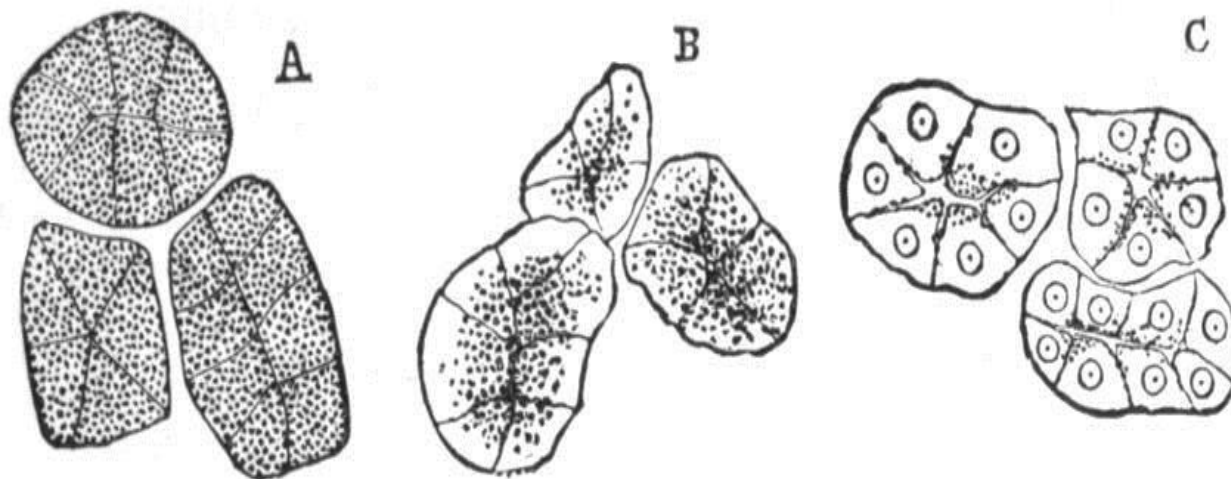


Рис. 94. Клетки слюнной железы

А, после отдыха, полные гранул; В, после короткой активности; С, после длительной активности, клетки сморщены, гранулы утрачены.

Крахмалистые зерна и фрукты употреблялись в пищу древними людьми без приготовления и требовали более тщательного пережевывания, чем сладкие спелые фрукты, масла или белки. Поэтому слюна получила способность воздействовать на крахмал, поскольку она должна дольше оставаться во рту. Слюна является щелочной, и если пища не смешивается с ней тщательно, пищеварение в желудке также будет неполным, поскольку *щелочная слюна необходима для стимулирования обильного выделения желудочного сока в желудке* ([эксперимент 1](#)).

Медленное питание затруднено из-за необходимости измельчения и приготовления пищи; отсюда и происходит распространенная практика переедания. Чтобы есть медленно, (1) не берите большие куски; (2) не берите второй кусок, пока не проглотите первый; (3) сидите прямо или откиньтесь назад после того, как положите пищу в рот; (4) руки должны большую часть времени оставаться в покое. Наклоняться вперед и направлять пищу в рот, как уголь в желоб, означает переедать со всеми вытекающими отсюда плохими последствиями.

Жевание жевательной резинки — грубая и невежливая привычка, которая, кроме того, что ослабляет железы и раздражает желудок постоянно проглатываемой слюной, еще и тратит слюну. *Жевание табака* имеет несколько из этих недостатков, кроме того, что позволяет яду, содержащемуся в табаке, всасываться слизистой оболочкой рта.

Гортань (far'inks) **или горло** — это мышечный мешок, расположенный за носом и ртом. (См. [рис. 89](#), а также [рис. 83](#).) В гортани есть *семь отверстий*: два из ноздрей, два из ушей, по одному из рта, гортани и пищевода. Какие из этих отверстий направлены вниз? Вперед? В стороны?

Пищевод — это мышечная трубка длиной около девяти дюймов (). (См. [рис. 89](#).) Как и остальная часть пищевого тракта, он выстлан слизистой оболочкой. Его стенки состоят из двух слоев мышц, волокна одного слоя проходят по длине, а волокна другого слоя — по кругу. При *глотании* пища не падает в пищевод под собственным весом, а *круговые мышечные кольца перед пищей расслабляются, а те, что позади, сокращаются и проталкивают ее в желудок*. Это волнообразное движение называется *перистальтикой*.

Желудок, самое большое расширение пищевода, похож на *большой мешок, лежащий на боку*. Он находится в левой части живота. Стенки желудка состоят в основном из *мышечных волокон, которые проходят в продольном, поперечном и наклонном направлениях*, образуя три слоя ([эксперимент 7](#), а также [рис. 95](#)). Как только пища попадает в желудок, слои мышц начинают сокращаться, изменяя размер желудка, сначала в длину, затем в ширину, тем самым перемешивая пищу и смешивая ее с желудочным соком, жидкостью, более активной, чем слюна. По мере поступления пищи в желудок слизистая оболочка, выстилающая его, становится ярко-красной, и многие маленькие желудочные железы в слизистой оболочке начинают выделять желудочный сок.

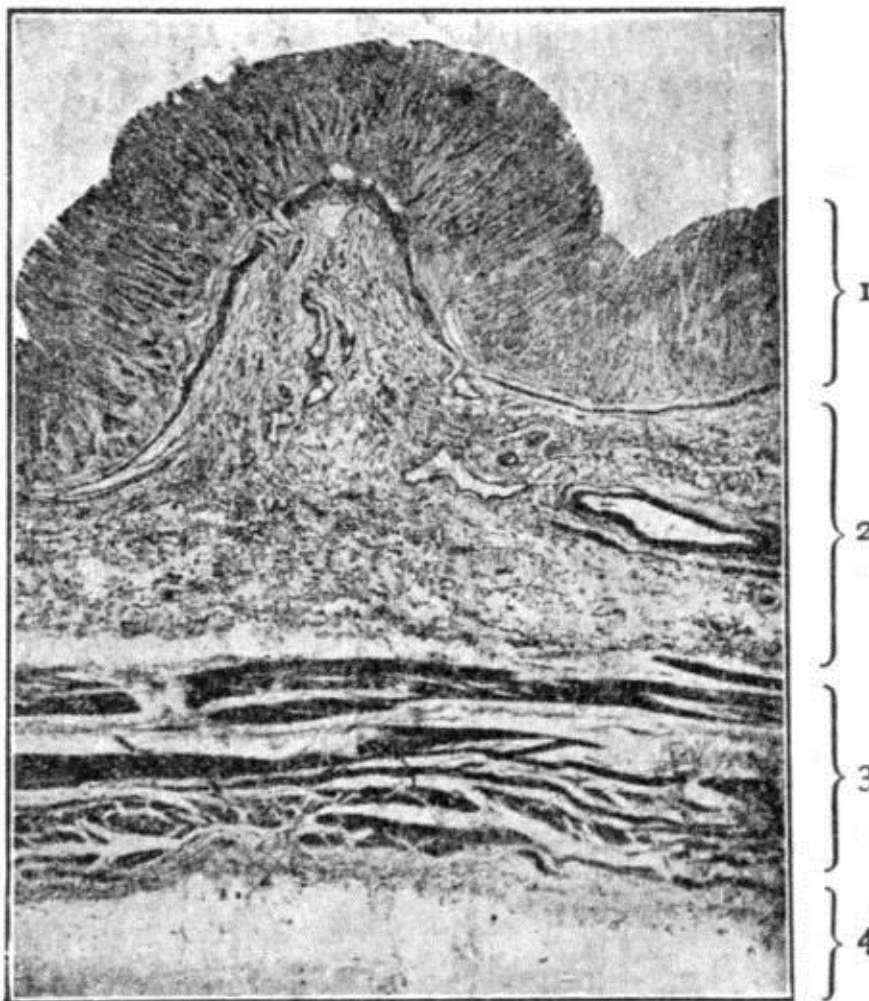


Рис. 95. Мышечные и другие слои в стенке желудка.

1 — слизистая оболочка; 2 — слой кровеносных сосудов и соединительной ткани; 3 — мышечные слои (непроизвольные мышцы); 4 — волокна соединительной ткани. (Пибоди.)

Пищеварение в желудке. — Желудок перерабатывает пищу в течение двух-четырех часов после еды, в зависимости от вида пищи (), способа ее приготовления и тщательности пережевывания. *Желудочный сок* состоит в основном из воды и содержит два фермента, называемых *пепсином* и *ферментом*, а также небольшое количество *соляной кислоты*. Реннин воздействует на молочный творог и в большом количестве присутствует только в младенческом возрасте. Соляная кислота убивает микробы, которые могут попасть в желудок, и превращает пищу, которая стала щелочной под действием слюны, в кислую ([эксперимент 1](#)). Это позволяет *пепсину воздействовать на белковую часть пищи*, поскольку пепсин не действует, пока пища остается щелочной. Желудочный сок *переваривает постное мясо*, которое является белковой пищей, сначала растворяя соединительную ткань, удерживающую волокна на месте, и они распадаются; затем он воздействует на волокна по отдельности и делает их растворимыми. Как и жировая ткань человека ([рис. 14](#)), *жирное мясо* состоит из клеток, заполненных жиром и скрепленных нитями соединительной ткани. Клеточные стенки и нити, обе из которых являются белковыми, быстро растворяются желудочным соком, а свободный жир плавится в масло, но остается непереваренным. Пища в желудке превращается в кремообразную, полужидкую массу, называемую *химусом*. В месте, где желудок открывается в тонкий кишечник, происходит сгибание или сужение трубки, образуя своего рода клапан, называемый *привратником*. После того, как пища превращается в химус, эта складка расслабляется каждые минуту или две и позволяет части химуса поступать в кишечник.

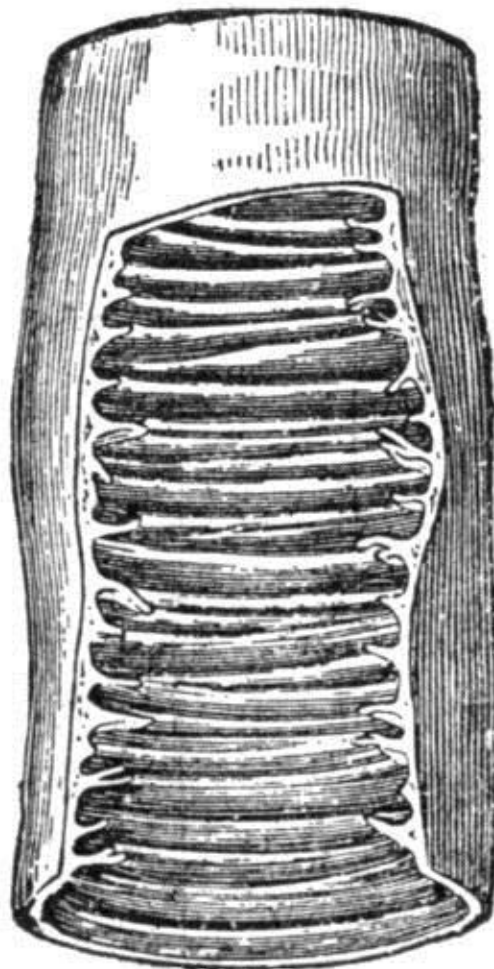


Рис. 96. — Часть тонкого кишечника, разрезанная для демонстрации складок его слизистой оболочки.

Тонкий кишечник имеет диаметр около одного дюйма и длину двадцать футов, с множеством изгибов и поворотов ([рис. 90](#)). Его слизистая оболочка сморщена в многочисленные *складки*, чтобы увеличить поверхность секреции и всасывания ([рис. 96](#)). На складках и между ними расположены тысячи маленьких нитевидных выпячиваний, называемых *ворсинками* ([рис. 97](#)). В каждой ворсинке находятся мелкие капилляры и небольшой лимфатический сосуд, называемый *молочным* ([цветной рис. 2](#)). Ворсинки настолько густые, что делают слизистую оболочку кишечника похожей на бархат и значительно увеличивают поверхность всасывания.

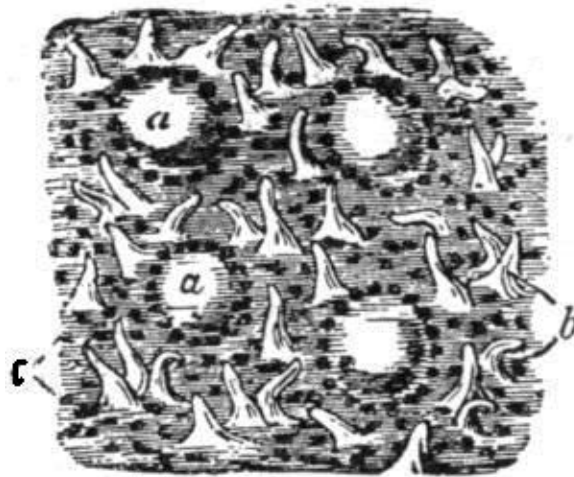


Рис. 97. — Увеличенная слизистая оболочка тонкого кишечника с ворсинками и устьями кишечных желез.

Пищеварение в тонком кишечнике. Это, безусловно, самый активный и важный из пищеварительных органов. Рот переваривает небольшую часть крахмала, а желудок — небольшую часть белка; *тонкий кишечник переваривает большую часть крахмала, большую часть белка и все жиры*. Пища находится во рту несколько минут, в желудке — два-три часа, а в тонком кишечнике — десять-двенадцать часов. Между ворсинками ([рис. 97](#)) расположены тысячи мелких желез, называемых *кишечными железами*, которые выделяют кишечный сок, *переваривающий тростниковый сахар*. Кроме них, есть две очень крупные и активные железы — поджелудочная железа и печень, которые через протоки впадают в кишечник.

Поджелудочная железа. Тонкий кишечник является наиболее важным из пищеварительных органов, главным образом потому, что он принимает секрет поджелудочной железы, наиболее важной из пищеварительных желез. Поджелудочная железа представляет собой *длинную, плоскую, розоватую железу, расположенную за желудком* (см. [рис. 90](#)). Сок поджелудочной железы содержит *три мощных фермента*, один из которых (амилопсин) переваривает крахмал, другой (трипсин) — белки, а третий (стеапсин) с помощью желчи () расщепляет жиры на мелкие шарики. Жир в виде мелких шариков, плавающих в жидкости, называется *эмульсией*; свежее молоко — это эмульсия сливок ([рис. 98](#)). Жир не преобразуется в другое вещество в процессе пищеварения, но эмульгируется, и в таком состоянии он легко проходит через стенки кишечника и всасывается лимфатическими сосудами, называемыми *лактальными* ([цветная рис. 5](#)), которые находятся в ворсинках. Затем он поднимается через *грудной проток* к большой вене на левой стороне шеи ([рис. 100](#)). *Переваренные белки, крахмал и сахар попадают в капилляры воротной вены и поступают в печень*, откуда попадают в общее кровообращение

(рис. 100). Воротная система кровообращения впадает в крупную восходящую вену, ведущую к правому предсердию (рис. 100).

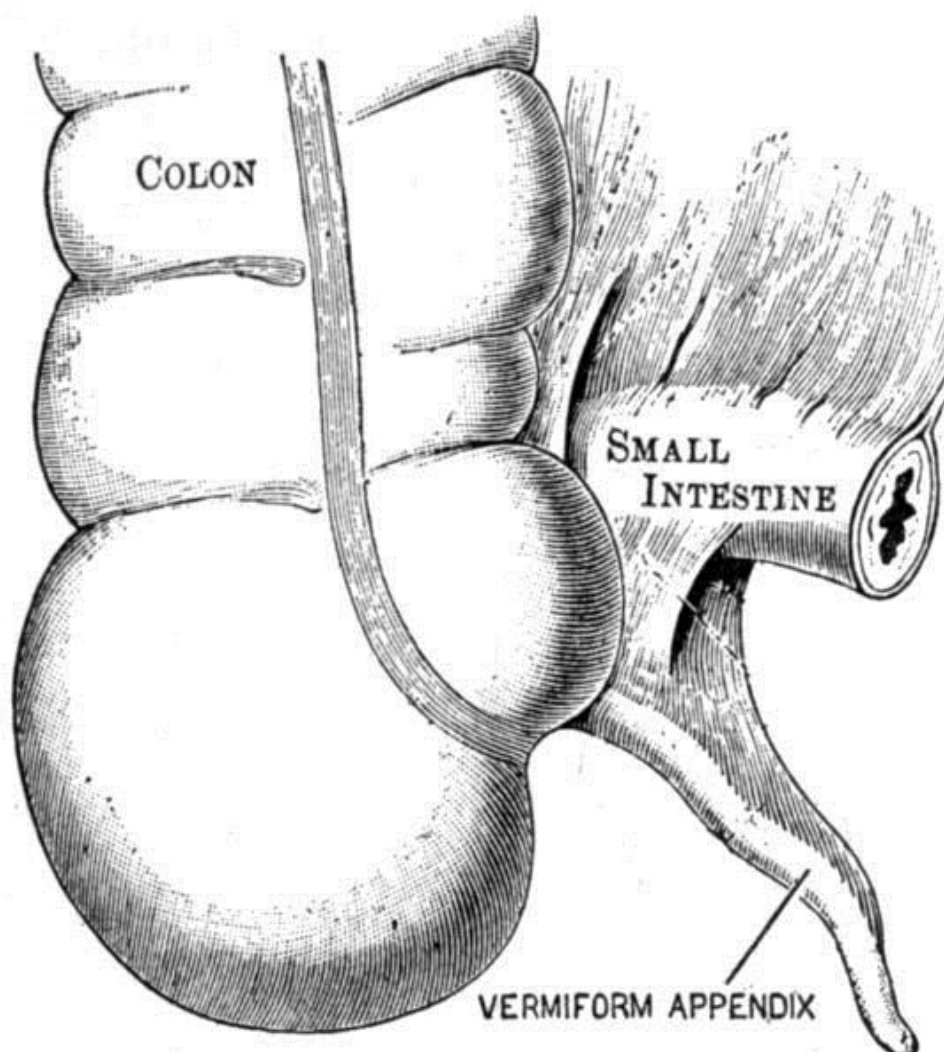


Рис. 98. Соединение толстой и тонкой кишки.

Печень.—Эта большая железа шоколадного цвета расположена сразу под диафрагмой с правой стороны (рис. 90, цветной рис. 6). Она находится на одном уровне с желудком, который частично перекрывает спереди. Печень выполняет три важные функции: (1) Она является хранилищем; переработанный сахар и крахмал хранятся в ней в виде вещества, называемого *печеночным крахмалом* (или гликогеном). (2) Она является защитником и уничтожает ядовитые вещества, которые могут быть проглочены и которые в противном случае попали бы в кровь. Чтобы убить человека, необходимо в два раза больше морфия или другого яда, когда он принимается через рот и проходит через печень, чем когда он вводится через кожу. Алкоголь, морфий, кофе и наркотики частично сжигаются в печени. (3) Она является железой и выделяет желчь. Желчь состоит в основном из продуктов жизнедеятельности и примесей в крови (); она является выделением. Несмотря на то, что желчь является выделением, она приносит пользу на пути из организма. Она имеет щелочную реакцию и помогает нейтрализовать кислоту в химусе; она стимулирует перистальтику, или волнообразное движение, кишечника и помогает панкреатическому соку эмульгировать жиры.

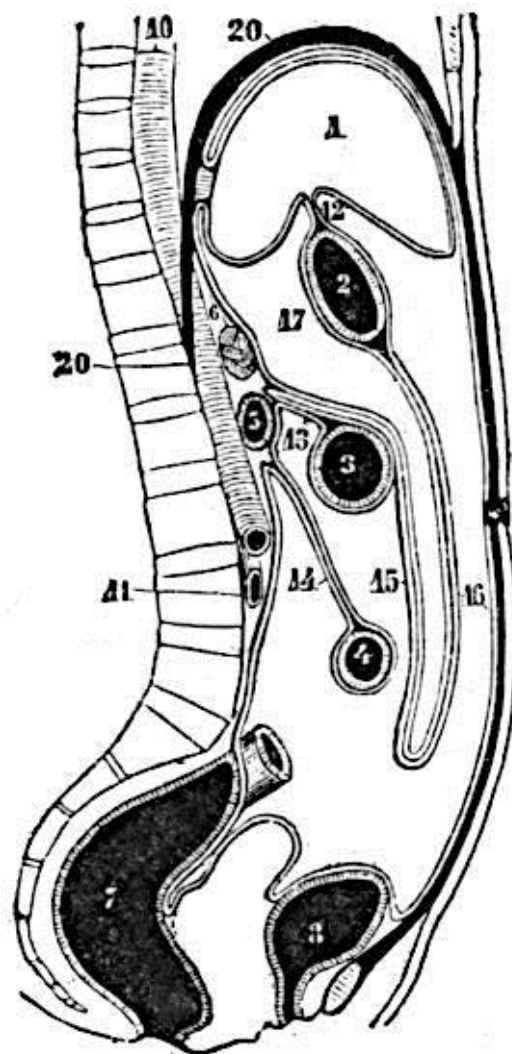


Рис. 99. — СХЕМА туловища, показывающая многочисленные складки брюшины, поддерживающие печень, желудок и кишечник.

Толстый кишечник, или ободочная кишка, имеет диаметр около двух с половиной дюймов и длину пять футов. Тонкий кишечник соединяется с ним в нижней правой части брюшной полости (рис. 90). В месте соединения имеется складка, или клапан, а чуть ниже соединения к толстому кишечнику присоединяется трубка, называемая аппендиксом, которая иногда воспаляется, вызывая заболевание, называемое аппендицитом (рис. 90, 98). Аппендикс является рудиментарным (*vestigium*, след) или зачаточным органом, давно утратившим свою функцию. Всасывание водной части пищи продолжается в толстой кишке, но толстая кишка не выделяет пищеварительной жидкости. Непереваренные и непитательные части пищи регулярно выводятся из толстой кишки.^[47] Брюшина — это мембрана со множеством складок, которая поддерживает пищевод (рис. 99).

^[4] Ни один по-настоящему утонченный человек не позволит бизнесу, удовольствиям, спешке или небрежности помешать регулярному опорожнению толстой кишки. Это более необходимо для настоящей чистоты, чем регулярные ванны.

Всасывание. — Способ всасывания различных перевариваемых пищевых веществ был описан в нескольких предыдущих разделах. Как называются органы всасывания в тонком кишечнике? Что из перечисленного поступает в молочные протоки, а что — в капилляры воротной вены: сахар, перевариваемые белки, эмульгированные жиры? Вода и соль не требуют переваривания и всасываются по всей длине пищеводного канала, причем всасывание начинается еще во рту. По каким причинам всасывание пищи в тонком

кишечнике происходит в разы быстрее, чем в желудке? Через какую крупную трубку жир поступает из молочных желез в вены? В какую крупную вену впадают все капилляры, участвующие в всасывании? ([Цветная иллюстрация 5.](#)) Как устроено хранение сахара, чтобы он не попадал в кровь сразу после еды, а поступал в кровь постепенно? Пища усваивается, или превращается в живую материю (протоплазму), в клетках. Кровь и лимфа (за исключением белых кровяных телец) не являются живой материей. ([Рис. 100.](#))

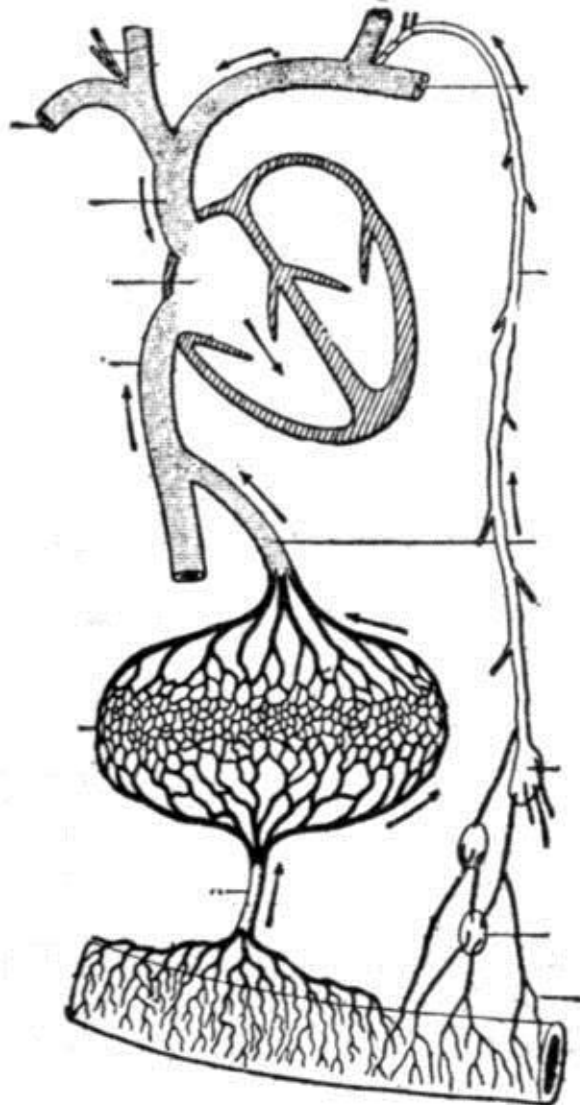


Рис. 100. — Два пути всасывания пищи. Грудной проток (для жиров); через воротную вену и печень (для всех других видов пищи).

Вопросы для размышления. **Пищеварительные органы.** 1. В каком из пищеварительных органов железы вырабатывают только один вид секрета? 2. В каком органе железы вырабатывают три вида секрета? 3. Какой класс пищи проходит через лимфатические сосуды? 4. Какие классы пищи проходят через печень? 5. Какие классы пищи перевариваются только в одном органе? 6. Какие классы пищи перевариваются в двух органах? 7. Какой отдел пищевода самый длинный? Самый широкий? Наименее активный? Наиболее активный? 8. Суп усваивается быстро; почему его употребление в начале еды помогает избежать переедания?

Гигиенические привычки в еде. В жаркую погоду большая часть крови поступает к коже, а в пищевод — мало, поэтому пищеварение происходит менее интенсивно. Люди с хорошим аппетитом страдают от жары летом из-за большого количества топлива и из-за того, что кровь не поступает к коже, где она охлаждается и затем охлаждает все тело.

Некоторые люди считают, что желудок следует баловать и не давать ему ничего, что он с трудом переваривает; другие считают, что его следует постепенно приучать переваривать любую питательную пищу. Некоторые считают, что не следует употреблять в пищу продукты животного происхождения; другие считают, что продукты животного происхождения так же ценны, как и любые другие. Некоторые считают, что всю пищу следует есть сырой, но это раздражает чувствительный желудок. Несомненно, лучше всего не употреблять никаких стимуляторов, будь то чай или кофе, перец или алкоголь. Некоторые едят быстро и много пьют во время еды; лучше есть медленно и пить очень мало или вообще не пить во время еды и сразу после нее. Некоторые едят пять раз в день и между приемами пищи, если им предлагают что-нибудь вкусное; другие едят только два или три раза в день и никогда между приемами пищи, давая таким образом пищеварительным органам время для отдыха. Некоторые пропускают завтрак, а некоторые — ужин. Некоторые готовят большую часть пищи с жиром; это нагружает пищеварение. Физические работники часто верят в то, что нужно есть кожуру и семена фруктов, а также свободно употреблять в пищу сорные овощи, такие как капуста, верхушки репы, стручковые бобы. Умственные работники обычно стараются отделить от пищи все древесные волокна и неперевариваемую мякоть, прежде чем проглотить ее. Некоторые едят большие количества пищи и переваривают лишь небольшую часть; другие едят мало, но переваривают почти все.

Способность пищеварительных органов к адаптации. Конечно, некоторые привычки в еде полезнее для здоровья, чем другие, но нежелательные привычки часто наносят так мало вреда, что их не прекращают. Это показывает, что пищевод обладает большой способностью адаптироваться к различным условиям. Но у этой адаптации есть пределы; есть старая поговорка, что то, что для одного человека является пищей, для другого — ядом. Умственный работник не может придерживаться той же диеты, что и полевой рабочий, без ущерба для своей работы. Раздражительный желудок может быть поврежден грубой пищей, которая для менее чувствительного желудка будет лишь здоровым стимулом. Бизнесмен, у которого в обед мало свободного времени, должен принимать самый тяжелый прием пищи после рабочего дня. В целом можно сказать, что не столько важно, *что* мы едим, сколько то, *как* мы едим и *сколько* мы едим (). Существует распространенная тенденция преувеличивать важность диетологии.

Вопросы для размышления. **Несварение желудка.** — I. *Зловонный запах изо рта.* 1. Назовите три причины неприятного запаха изо рта. 2. Давайте выясним, может ли несварение желудка вызывать неприятный запах изо рта. При каких двух типах погоды мясо портится быстрее всего? 3. Предположим, что мясо или другая пища попадает в желудок с истощенными желудочными железами и уставшими мышечными стенками. Какова будет скорость пищеварения и что может случиться с пищей? 4. Пахучее содержимое желудка (*например, лук*) может попадать с кровью в легкие, где оно будет загрязнять дыхание.

Ответив на вышеуказанные вопросы, напишите несколькими словами, как несварение желудка может вызвать неприятный запах изо рта.

II. *Налет на языке или неприятный запах изо рта.* 1. Когда врач приходит к вам на прием, на что он обращает внимание в первую очередь? 2. Что иногда образуется на черстве хлеба? ([с. 158.](#)) 3. Как вы думаете, возможно ли такое образование на непереваренном хлебе в желудке? 4. Под микроскопом видно, что налет на хлебе представляет собой плесень. Если она образуется на стенках желудка, то на что она может распространиться?

III. *Боль в желудке.* 1. Как определить, что фрукты, хранящиеся в закрытой стеклянной банке, бродят? 2. Какая связь между отрыжкой после обильного употребления сладких или крахмалистых продуктов и вышеуказанным наблюдением? 3. Мышцы болят, когда их растягивают. Почему отрыжка иногда приносит облегчение при дискомфорте в желудке? 4. Можете ли вы, используя эти факты, объяснить причину боли в желудке?

Для какого типа человека были созданы пищеварительные органы? — Лучше всего подходит та пища, к которой пищевод привык в течение длительного времени. Было бы очень полезно для составления рациона, если бы мы знали, чем питались первобытные люди в течение многих веков, *когда они вели дикий образ жизни на открытом воздухе*. Органы древнего человека, без сомнения, были идеально приспособлены к той жизни, которую он вел. Пищевод приспособлен к потребностям тех долгих веков, поскольку несколько столетий цивилизации не могут изменить природу пищеварительных органов; однако некоторые люди игнорируют естественные аппетиты и пытаются заставить

пищеварительные органы претерпеть за несколько месяцев большие изменения, чем те, которые могли произойти за столетия.

Как проверить, принадлежал ли продукт питания к первоначальному рациону человека. Ученые сходятся во мнении, что человечество зародилось в теплой стране, что *древние люди не имели мельниц, печей или огня и ели сырую пищу*. Если продукт питания приятен на вкус в сыром, чистом виде, то нет сомнений, что он или похожий продукт употреблялся в пищу первобытными людьми до того, как они научились использовать огонь для приготовления пищи. Примените этот тест к следующим продуктам, подчеркнув те, которые прошли тест: яблоки, бананы, салат, листья репы, репа, фрукты, орехи, говядина, птица, яйца, устрицы, зеленый кукуруза, капуста, свинина, арбузы, зерновые, крабы, рыба, белый или ирландский картофель, батат, помидоры.

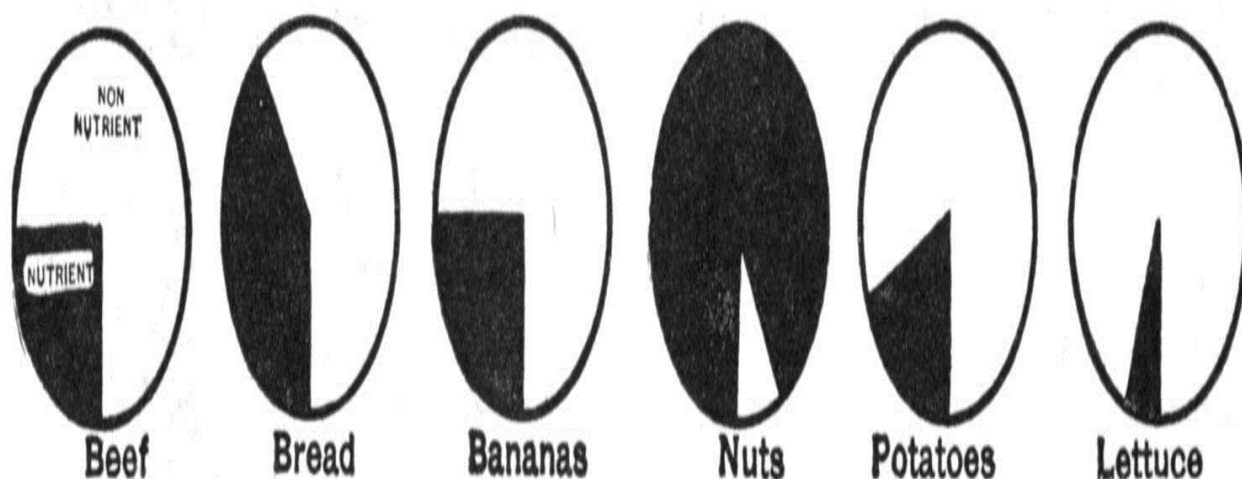


Рис. 101. — ДИАГРАММА НА ДОСКЕ. Количество питательных веществ (черный) и отходов (белый) в различных продуктах. (По Лэтсону.)

Порядок, в котором человек расширял свой рацион. Мясоедные животные имеют короткую пищеводную трубку, так как их пища быстро переваривается; у них длинные заостренные зубы для разрывания, острые когти для удержания и шершавый язык для соскабливания мяса с костей. Ровные зубы человека, длинный пищевод, мягкий и гладкий язык и плоские ногти указывают на то, что он приспособлен к рациону, состоящему в основном из растительной пищи (см. [таблицу](#), стр. 111). Сначала люди, вероятно, питались плодами деревьев,^[49] как орехами, так и мясистыми плодами ([рис. 101](#)). Из-за голода или после миграции в более холодные климатические зоны, а также после освоения огня, люди, вероятно, начали употреблять в пищу мясо. Впоследствии охотники стали земледельцами и научились выращивать зерно, которое стало важнейшим дополнением к рациону питания и сделало возможным плотное заселение территории. Грубая, древесная пища, такая как листья и стебли трав, вероятно, была добавлена в рацион в последнюю очередь. Древесная клетчатка (целлюлоза) может перевариваться крупным рогатым скотом, но не может перевариваться человеком.

^[49] См. Бытие i. 29. Некоторые сырые продукты следует употреблять ежедневно. Пеканы — самые легкоусвояемые из всех орехов. Полдюжины или более, съеденные регулярно на завтрак, предотвратят запор или вылечат его за десять дней или меньше.

Естественным руководством в еде является вкус. Человек должен сохранять свой вкус испорченным, так как он, наряду с совестью, является его мудрейшим советником и другом. Он развивался и передавался на протяжении бесчисленных веков как драгоценное наследие. Простая пища более вкусна для людей с естественным вкусом, чем самые искусственные смеси для тех, у кого извращенный вкус.

Продукты животного происхождения. Мясо животных содержит белки и жиры ([рис. 102](#)). Поскольку при приготовлении пищи белок альбумин () коагулирует и затвердевает, сырое или полусырое мясо считается более усвояемым, чем приготовленное, но мясо, которое не прошло тщательную термическую обработку, опасно, поскольку может содержать трихинеллы («Биология животных», стр. 50) и других паразитов. Нежирное мясо содержит много белка. Некоторые люди, которые из-за брожения не могут легко переваривать крахмал и сахар, употребляют жир в качестве топливного продукта. Говяжий

бульон и говяжий экстракт содержат лишь небольшую часть белка, содержащегося в мясе, и все отходы, включая мочевину.

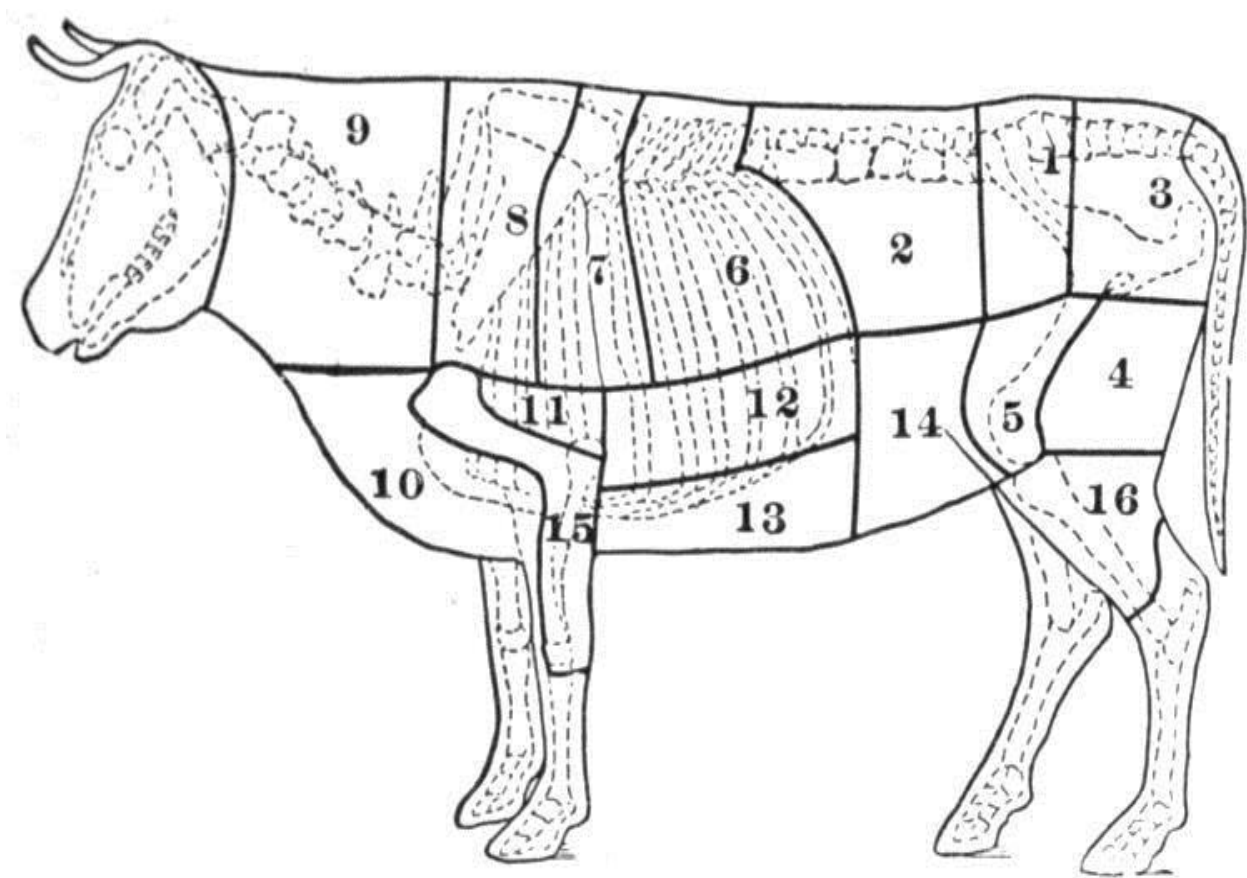


Рис. 102. — СХЕМА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ЧАСТИ ГОВЯДИНЫ.

- 1. филе
- 2. поясница
- 3. Крупная часть
- 4. круглая часть
- 5. верхняя филе
- 6. ребра
- 7. лопатка
- 8. лопатка
- 9. шея
- 10. грудинка
- 11. поперечная ребра
- 12. грудинка
- 13. пупок
- 14. бок
- 15. лопатка
- 16. нога

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ СРАВНИВАТЬ	CARNIVORA, или ПЛОТОЯДНЫЕ	HERBIVORA, или ТРАВояДНЫЕ	ВСЕЯДНЫЕ, или ВСЕЯДНЫЕ	ФРУГИВОРА, или ПЛОДОЯДНЫЕ
Примеры.	Кошка, собака, лев.	Корова, лошадь.	Свинья, пекари.	Человек, обезьяна.

Длина пищевода.	3 раза длина тела.	30 раз длина тела.	10 раз длина тела.	12 раз длина головы и туловища.
Зубы.	Заостренные для разрывания плоти. Клыкизубы длинные	Слои эмали и дентинаобразующие гребни.	Режущие зубы выступают. Клыкиобразуют бивни.	Зубы ровные, расположены близко друг к другу. Клыки не выступают.
Пальцы.	Острые когти.	Копыта.	Копыта.	Сплюснутые ногти.
Двоеточие.	Гладкие.	Саккулированные.	Гладкий.	Саккулярные.

Некоторые авторы ошибочно называют коровье *молоко* идеальным продуктом питания. Хотя оно содержит четыре класса питательных веществ, в нем преобладает белок, а энергетические вещества отсутствуют. Пахта легче усваивается, чем сладкое молоко. Пахта и сахар составляют ценный продукт питания для младенцев. Обезжиренное молоко по-прежнему содержит белок, наиболее питательную часть молока. Кислое молоко, или «клуббер», и творог, спрессованный в «коттеджный сыр», более усвояемы, чем сладкое молоко. *Сливки* легче усваиваются, чем *масло*, которое является твердым жиром. *Сыр* является очень концентрированным белковым продуктом и должен употребляться в умеренных количествах. *Яйца* являются ценным продуктом питания. Что больше в яйцах: белок или жир? (См. [таблицу](#).) Свинина и телятина являются самыми трудноперевариваемыми видами мяса. *Рыба* почти так же питательна, как мясо. Раньше считалось, что рыба питает мозг, потому что содержит фосфаты, но в мясе фосфатов больше, чем в рыбе, а в зерновых — больше, чем в мясе.

Зерновые содержат значительное количество белка (глютена), но особенно богаты крахмалом. Пшеничная мука содержит больше глютена, чем кукурузная, поэтому она более клейкая и удерживает пузырьки газа, благодаря чему тесто хорошо поднимается при выпечке хлеба. Иногда в кукурузную муку добавляют яйца, чтобы она стала липкой и хорошо поднималась. Какое зерно содержит наибольший процент масла? (См. [таблицу](#).) Крахмала? Глютена? Какое зерно содержит меньше всего глютена? *Зерновые могут быть приготовлены так, чтобы напоминать фрукты*, путем длительного приготовления при высокой температуре (300 °F), так как их крахмал при этом превращается в *декстрин*, вещество, напоминающее сахар. Вы узнали, что крахмал фруктов превращается в сахар под воздействием солнца. Декстрин имеет желтый цвет и придает темный цвет поджаренному хлебу. При контакте со слюной он почти мгновенно превращается в сахар. Его используют в качестве клея для почтовых марок.

Овощи содержат много воды и древесной клетчатки. Белые картофели — это подземные стебли, на одну пятую состоящие из крахмала. Ямс, или сладкий картофель, похож на корни и содержит как крахмал, так и сахар. *Фасоль и горох очень питательны*. Их называют «постным мясом растительного царства». Их нужно варить в течение нескольких часов. Если удалить кожицу, пропустив их через дуршлаг, они становятся очень легко усваиваемыми. Из этого *пюре* из фасоли получается вкусный суп. «Безшелушные бобы» и «разделенный горох» также продаются в продуктовых магазинах.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ. **1.** Какую пищу позволяют сэкономить одежда и жилье для человека или животных? **2.** Почему хлеб должен дольше оставаться во рту, чем мясо? **3.** При игре в снежки, как выглядят руки, когда они чешутся от холода? Сильный холод раздражает и перегружает желудок быстрее, чем руки. Почему ледяная вода не утоляет жажду, а часто вызывает желание пить еще больше воды? **4.** Следует ли есть или выбрасывать печенье, имеющее желтоватый оттенок или темные пятна из-за соды? **5.** Почему во время эпидемии те, кто употреблял алкоголь в качестве напитка, обычно первыми подвергаются заболеванию? **6.** Вы покупаете больше древесины (целлюлозы), когда покупаете бобы или когда покупаете орехи? (с. [95](#).) **7.** Вы покупаете больше воды, когда покупаете хлеб, или когда покупаете мясо? **8.** Почему люди, живущие в перегретых комнатах, часто имеют плохой аппетит? (с. [90](#).) **9.** Объясните, как желудок может быть ослаблен употреблением предварительно переваренной пищи. **10.** Почему глубокое дыхание и упражнения, укрепляющие слабые брюшные стенки, лучше для печени, чем лекарства? (См. с. [58](#).) **11.** Шестьдесят студентов Университета Миссури обнаружили, что, отказавшись от ужина, они стали более работоспособными, их здоровье улучшилось, а многие из них набрали вес. Поэтому впоследствии они стали есть только два раза в день. Если бы шестьдесят пахарей провели такой же эксперимент, был бы результат таким же? **12.** Если человек начал меньше есть за каждый прием пищи или ел только один раз в день, но при этом набрал вес, должен ли он согласиться с другом, который сказал ему, что он морит себя голодом? Должен ли он согласиться, если вместо набора веса он похудел? **13.** Почему полусырой или размоченный хлеб труднее переваривается, чем сырое зерно? Что будет тщательно пережевано и вызовет обильное слюноотделение? **14.** Спросите полного человека, много ли он пьет воды. А худого человека. **15.** Почему человек, у которого талия больше груди, является плохим кандидатом для страхования жизни? **16.** Какие изменения в привычках могут сделать ревматика среднего возраста более молодым? **17.** Как устроена гениальная «безогненная плита»?

Эксперименты Атворера с алкоголем. Несколько лет назад профессор Атворер доказал, что если алкоголь употребляется в небольших количествах, он полностью сжигается в организме, и выделяется не более двух процентов. Он сделал вывод, что алкоголь является пищевым продуктом, поскольку он дает теплую энергию организму и, возможно, также дает энергию. Его эксперименты не показали, ослабляет ли или повреждает ли какой-либо орган его употребление. Поскольку алкоголь в основном сжигается в печени, он, вероятно, не может поставлять энергию, как это происходит с пищей, сжигаемой в нервных и мышечных клетках. Тепло, выделяемое при его сжигании, в значительной степени теряется из-за прилива крови к коже, обычно вызываемого употреблением алкоголя. В отличие от профессора Атворера, доктор Биби проводил эксперименты на людях, которые никогда не употребляли алкоголь и организм которых не успел привыкнуть к его вредному воздействию. Он обнаружил, что алкоголь вызывает увеличение выделения азота (). Когда организм привыкает к алкоголю, это выделение уменьшается, но белок, выделяемый почками, содержит аномальное количество вредного вещества, называемого *мочевой кислотой*. Мочевая кислота, вещество, присутствующее при ревматизме и других заболеваниях, обычно разрушается печенью. Поскольку бремя разрушения алкоголя ложится в основном на печень, неудивительно, что она настолько ослаблена и повреждена алкогольными напитками, что не может в полной мере выполнять свои важные функции. Болезнь Брайта и другие заболевания, сопровождающиеся мочевой кислотой, чаще встречаются у людей, употребляющих алкогольные напитки.

Определение пищи. *Пища — это все, что после поглощения организмом питает его, не нанося вреда.* Подпадают ли под это определение алкоголь и табак?

Преимущества хорошей кулинарии. Можно развить вкус и аромат; уничтожить паразитов; улучшить вкус путем сочетания продуктов; разбить крахмальные зерна и смягчить пищу. Таким образом, облегчается пищеварение.

Недостатки плохой кулинарии.—Белковые продукты затвердевают; аромат может исчезнуть; может быть смешано слишком много видов продуктов; приготовленные овощи более подвержены брожению, чем сырые; вкусная еда может стать безвкусной, размокшей или жирной; могут быть добавлены сода и другие неперевариваемые ингредиенты; еда может быть настолько сильно приправлена, что вызывает катар желудка; она может настолько стимулировать аппетит, что человек съедает слишком много, перегружая желудок. Пища может стать настолько мягкой, что ее невозможно жевать, и ее едят слишком быстро; например, хлеб, размягченный большим количеством жира.

Пять способов приготовления пищи. Пища может быть приготовлена (1) с помощью *тепла, излучаемого раскаленными углями* или пламенем, как при жарке на гриле; (2) с помощью *горячего воздуха*, как при выпечке в горячей духовке; (3) с помощью *кипячения в горячей воде или жире*, как при жарке; (4) с помощью *горячей воды*, не кипящей, как при тушении; (5) с помощью *пара*.

Тепловое излучение. Примерами являются *поджаривание* хлеба и *жарка* мяса. Мясо следует переворачивать каждые десять секунд, чтобы сок перемещался из одной части в другую, предотвращая его утечку, и мясо жарилось в собственном соку. *Жарка* — это пример сочетания этого метода со вторым методом. Огонь сначала должен быть горячим, чтобы поджарить внешнюю часть мяса и предотвратить утечку сока. Если запекаемый кусок небольшой, огонь можно держать горячим, но если он большой, потребуется больше времени, и огонь следует уменьшить, иначе внешняя часть подгорит, прежде чем центральная часть нагреется. Белый или ирландский картофель, запеченный в кожуре, лучше всего сохраняет свой вкус, а также ценные минеральные соли (поташ и т. д.).

Приготовление горячим воздухом можно использовать только для влажных продуктов. Примером может служить выпечка. Продукты, которые только слегка влажные, становятся твердыми, сухими и невкусными, если их готовить этим способом.

Приготовление путем варки. Чтобы картофель при варке стал мучнистым, а не разваренным, вода должна кипеть, когда его кладут в кастрюлю, а после приготовления воду следует слить, а кастрюлю поставить на заднюю часть плиты,

чтобы картофель высох. Варка лука удаляет едкое, раздражающее масло. Быстрая варка овощей дает меньше времени для растворения питательных веществ в воде. (См. [«Приготовление на пару»](#).) Сырая капуста воспринимается желудком как инородное вещество и быстро поступает в кишечник; капуста, сваренная с жиром, может оставаться в желудке до пяти часов. Вместо этого ее следует варить в чистой воде в течение двадцати минут. Фасоль и горох требуют нескольких часов варки.

Приготовление в горячей жидкости ниже точки кипения лучше, чем варка. При жарке мяса его следует помещать в горячий жир, чтобы образовалась корочка, предотвращающая впитывание жира. Жир, температура которого значительно превышает точку кипения, разлагается на жирные кислоты и другие неперевариваемые продукты. Поэтому сливочное масло более усвояемо, чем приготовленные жиры. Независимо от способа приготовления мяса, его никогда не следует солить до окончания приготовления, иначе соль вытянет сок, который придает ему вкус. Яйца можно приготовить, поместив их в кипящую воду и сразу же сняв чайник с плиты для охлаждения. Мелко нарезанное яйцо, сваренное вкрутую, так же легко усваивается, как яйцо, сваренное всмятку. Поскольку при варке в течение более чем нескольких минут белок коагулирует и затвердевает, невозможно сварить мясо, не сделав его жестким и кожистым. Его можно тушить, что относится к следующему способу приготовления.

При тушении мяса можно окунуть в кипящую воду на несколько минут; это приводит к коагуляции альбумина на поверхности. Затем следует уменьшить огонь, поставить кастрюлю на более прохладную часть плиты или поместить под нее металлическую пластину, чтобы вода едва кипела. Температура воды должна составлять 185° или 190°, если измерять термометром. Приготовленное таким образом мясо получается нежным и сочным.

Для приготовления на пару требуется двойная кастрюля или кастрюля с перфорированным вторым дном над водой, через которое пар может подниматься к продуктам, которые нужно приготовить на пару. Приготовленные на пару овощи имеют лучший вкус и более питательны, чем приготовленные любым другим способом. Пароварка отличается от пароварки с двойным дном. Овсянка должна вариться не менее сорока минут, и она будет более усвояемой, если варить ее на пару в течение нескольких часов, пока она не станет желеобразной. Для этого ее можно варить во время приготовления двух блюд. Приготовление, при котором она остается комковатой и липкой, является недостатком и делает ее более подверженной брожению, чем если бы она была съедена сырой.

Вопросы для размышления. **Приготовление пищи.** — Мясо. 1. Почему при приготовлении супа мясо следует класть в холодную воду? 2. Почему при запекании мяса духовка сначала должна быть горячей, а потом — более умеренной? Как следует регулировать температуру при варке или тушении мяса? 3. Что происходит с солью или чем-либо соленым в пасмурный, влажный день? Это происходит потому, что соль притягивает _____. Это показывает, что мясо следует солить только после приготовления, потому что если посолить его до _____. 4. Очень жесткое мясо следует б_еть или ст_еть. 5. Чтобы мясо не пропиталось жиром при жарке, можно использовать очень _____ жир, очень _____, просто смазывая _____.

6. Хлеб. Хлебная корочка заставляет _____ работать больше и очищает их. Она не будет _____ в желудке, как мякиш. Она увеличивает количество _____ и более легко усваивается, чем мякиш, поскольку _____ под воздействием медленного тепла превращается в _____ (с. 112). Поэтому хлеб или печенье должны быть (большими или маленькими?) и они должны (соприкасаться или быть разделенными?) в сковороде. 7. Как можно определить, была ли духовка слишком горячей во время выпечки хлеба? 8. Почему лучше всего можно определить усвояемость хлеба, когда его нарезают? 9. Регулирование тепла — величайшее искусство повара. Как можно снизить температуру духовки с помощью заслонки? Тяги? Топлива?

Письменные упражнения. — История дикаря, который пошел жить в город (его проблемы с искусственными способами). Что легче: изучать физиологию или практиковать ее? Как испечь хлеб. Опишите людей, которых вы видели в аудитории (расскажите, что вызывает их внешний вид). Сцена за обеденным столом. Мысли врача во время обхода. Хороший повар. Плохой повар. Является ли кулинария более важным достижением, чем игра на фортепиано? Распространенные причины болезней. Влияние неполноценного пищеварения на другие органы. Влияние недостатка мышечной активности. Путь грешника труден. Какие же мы, смертные, глупцы! Мода на здоровье. Умеренность во всем. Правильный путь — самый легкий. Оглядываясь назад. Глядя вперед. Гигиена в классе. Патентованные лекарства. Микробы. Лечение умом. Нервные женщины. Распущенные мужчины. Как мой друг потерял здоровье. Почему мой друг здоров и силен. Табак. Никогда не стоит пренебрегать здоровьем. Что наносит больше вреда: невежественный повар или невежественный уборщик? Посещение больного. Алкоголь и преступность. Естественные инстинкты и аппетиты: как их сохранить, как их потерять. Урок об алкоголе на основе утренних новостей. Влияние алкоголя на величие нашей страны (рабочие, избиратели, солдаты, дети). Аптека Адама. Эль Адама (вода).

ГЛАВА VIII

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Вопросы для повторения, вводящие эту тему. — Что такое клетка? Каковы пять опорных тканей? Каковы две главные ткани? Почему они так называются? Какие клетки имеют много ветвей? Вступает ли пища в контакт со слюнными железами? Когда вы смотрите на корзину с яблоками, от этого вида «слюнки текут». Есть ли связь между глазом и ртом? Какие две ткани позволяют коже бледнеть и краснеть? Различные органы всегда получают кровь в одинаковых пропорциях? Как можно изменить эту пропорцию? Как защищен мозг от травм? Как защищен спинной мозг? Отверстие для спинного мозга находится в основной части позвонка или за ней?

Гармоничная деятельность. — Если внезапно ударить другого человека по глазу, веки опускаются, чтобы защитить его, а руки поднимаются, чтобы отразить удар. Если в глаз попадает пылинка, слезные железы вырабатывают слезы, чтобы вымыть ее. Если неожиданно прикоснуться рукой к раскаленному железу, мышцы руки отдергивают руку. Если пощекотать ногу спящего человека, мышцы ноги отдергивают ее. Многие мышцы сотрудничают в процессе бега. Если бы человек был просто совокупностью работающих органов, органы могли бы действовать независимо друг от друга, и возникла бы такая путаница, что тело было бы бессильно, и жизнь не могла бы поддерживаться. Нервная система позволяет органам работать вместе для общего блага. Почему амеба не нуждается в нервной системе?

Необходимость нервных центров и нервов. — Если бы в телефонной системе с тысячей абонентов не было центральной станции, то каждому абоненту, чтобы общаться с каждым другим абонентом, потребовалось бы тысяча проводов, проходящих в его дом; в общей сложности потребовалось бы несколько сотен тысяч (точнее, 499 500) проводов. С центральной станцией требуется только тысяча. Как телефонная система имеет центральные офисы, так и нервная система имеет нервные центры. Нервные центры содержат нервные клетки. Хотя в спинном мозге есть несколько подчиненных нервных центров, наибольшее скопление нервных центров в нашем теле находится в черепе и называется *мозгом*. Рыбы были самыми низшими животными, изученными в биологии животных, у которых был обнаружен настоящий мозг.

Нервная система, в отличие от телефонной системы, выполняет и другие функции, помимо обеспечения *связи*. Она позволяет нам *думать*, а после размышлений — *хотеть* и *действовать*, управляя различными органами.

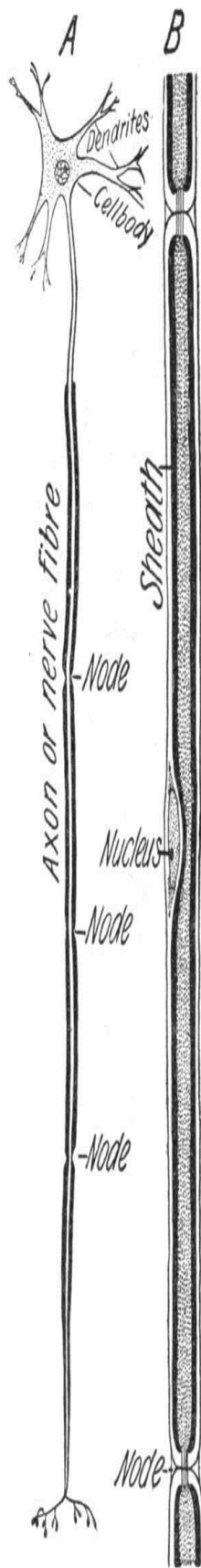


Рис. 103. — Показан нейрон, А, или нервная клетка со всеми ее частями — дендритами, телом клетки и аксоном; В — часть белого волокна в сильном увеличении. (Jegi.)

Единицы, из которых состоит нервная система. — Нервная клетка со всеми своими ветвями, или волокнами, называется *нейроном* (см. [рис. 103](#)); некоторые ветви нейронов достигают нескольких футов в длину. Нейроны — это единицы, из которых состоит нервная система. Живое вещество в клетках — это *протоплазма* (). Протоплазма в нервных клетках обладает самыми удивительными и разнообразными свойствами из всех известных веществ, поскольку нервные клетки являются центром разума.

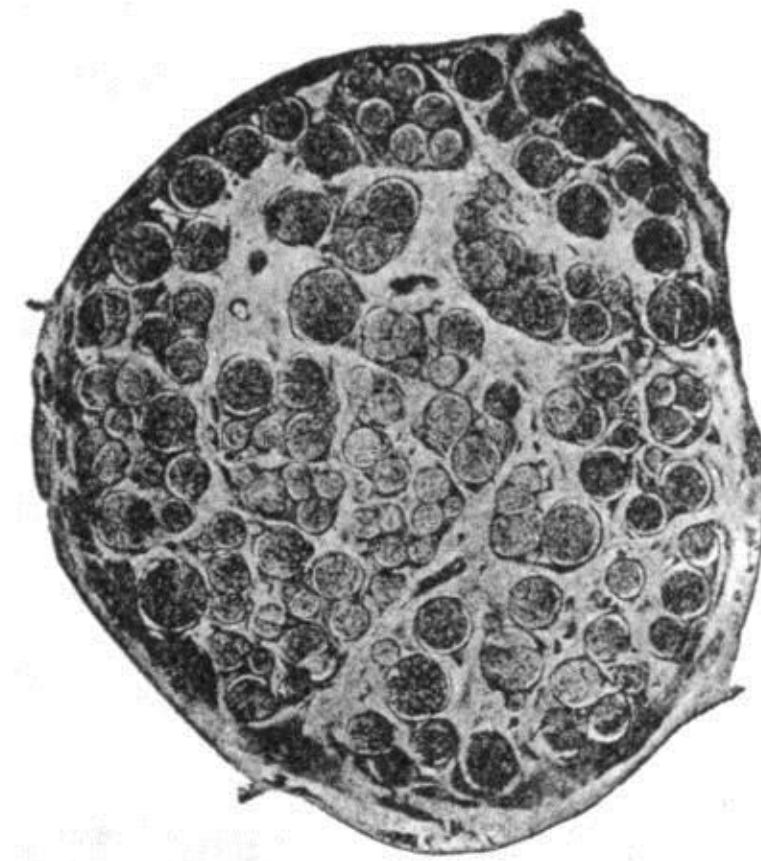


Рис. 104. — Крупный нервный ствол, например, питающий мышцы. Поперечное сечение (увеличено в 6 раз), показывающее пучки нервных волокон. (Пибоди.)

Нервные клетки и волокна. Многочисленные ветви нервных клеток делают их самыми примечательными из всех клеток по нерегулярности формы. Поскольку *протоплазма клетки продолжается в волокнах*, было бы явно неправильно рассматривать нервную клетку как нечто отдельное от ее волокон. Без них она не является полноценной клеткой. Клетка обычно имеет много коротких ветвей, называемых *дендронами* или *дендритами* (см. [рис. 103](#)), для связи с соседними клетками, и одну длинную ветвь, называемую *аксоном* ([рис. 103](#)), для связи с удаленными частями. Аксоны образуют волокна, которые идут к коже, мышцам и другим органам.

Нерв. Эти длинные отростки, или аксоны, нервных клеток проходят по всему телу и часто соединяются в видимые пучки, называемые *нервами* или нервными стволами ([рис. 104](#)).

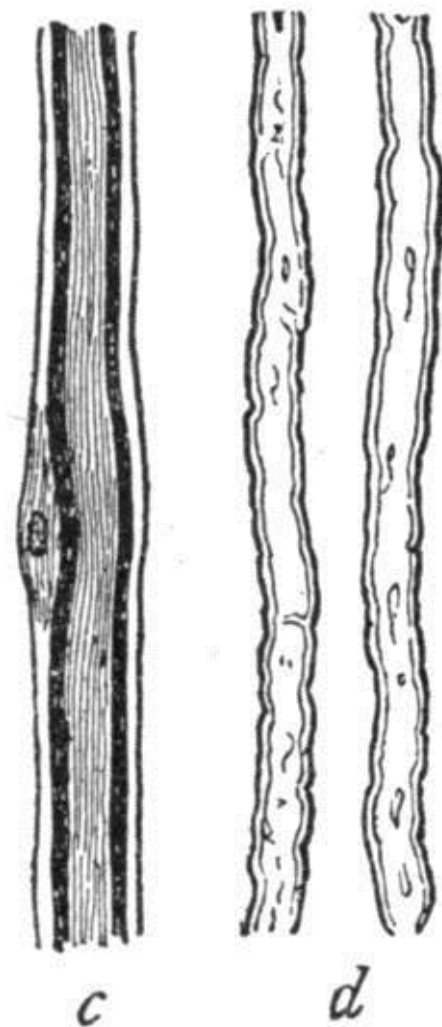


Рис. 105. — *c*, белое волокно с жировой оболочкой (темное); *d*, два серых волокна (без оболочки).

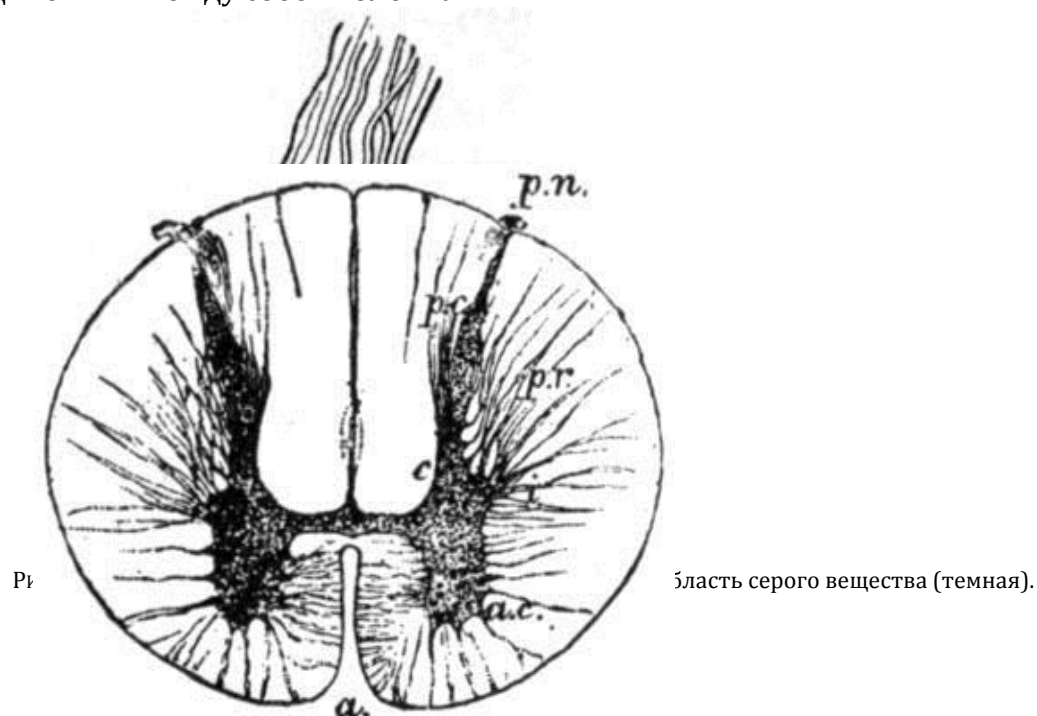
Белые и серые волокна ([рис. 105](#)). Некоторые волокна имеют *жировую оболочку*, окружающую *нить протоплазмы*; они белые и блестящие и называются *белыми волокнами*. Другие не имеют этой жировой оболочки () и называются *серыми волокнами*. Оба вида волокон имеют *соединительную ткань* снаружи, которая укрепляет их. Если мы представим белое волокно в виде графитного карандаша, то графит соответствует оси протоплазмы; дерево соответствует белому блестящему жиру, который его окружает; а лак соответствует соединительной ткани на поверхности волокна. Несколько белых волокон вместе образуют белую массу, которая называется *белым веществом*. Ось белого волокна, конечно, не белая. Масса клеток или серых волокон называется *серым веществом*. Окисление серого вещества, или протоплазмы, в нейронах приводит к возникновению нервной энергии.

Чувственные клетки и рабочие клетки. Нервные клетки делятся на два класса: *чувственные клетки*, которые ощущают или принимают впечатления, и *двигательные клетки*, которые посылают впечатления к рабочим органам. Волокна, которые передают впечатления к принимающим клеткам, называются *сенсорными волокнами* (); волокна, которые передают импульсы от клеток к рабочим органам, называются *двигательными волокнами*.

Ганглии и нервные центры. Нервные клетки не распределены равномерно в нервной ткани, а собраны в группы. Группа нервных клеток называется *ганглием* ([рис. 106](#)). Один или несколько ганглиев, выполняющих одну функцию, например, управление

дыхательными мышцами, образуют так называемый *нервный центр*. Мозг состоит из ряда нервных центров, соединенных между собой волокнами.

Рис. 106. Ганглион.



Общая структура спинного мозга. Нервные волокна практически со всего тела ведут к клеткам, расположенным в большом канале позвоночника, называемом *спинным мозгом*. Спинной мозг *разделен глубокой бороздой почти пополам* ([рис. 107](#)). Клетки белого вещества () расположены в центральной части каждой половины, и две образованные таким образом массы серого вещества соединены узким перешейком серого вещества. Внешняя часть спинного мозга состоит в основном из белых волокон. Таким образом, белое вещество находится снаружи спинного мозга ([рис. 107](#)). В отличие от спинного мозга, в головном мозге серое вещество находится снаружи, а белое — внутри. Микроскопическое исследование спинного мозга см. [на рис. 108](#).

Работа спинного мозга. Спинной мозг выполняет две функции: рефлекторную деятельность и передачу импульсов от тела к головному мозгу. Рефлекторная деятельность — это деятельность, которая происходит без участия воли.

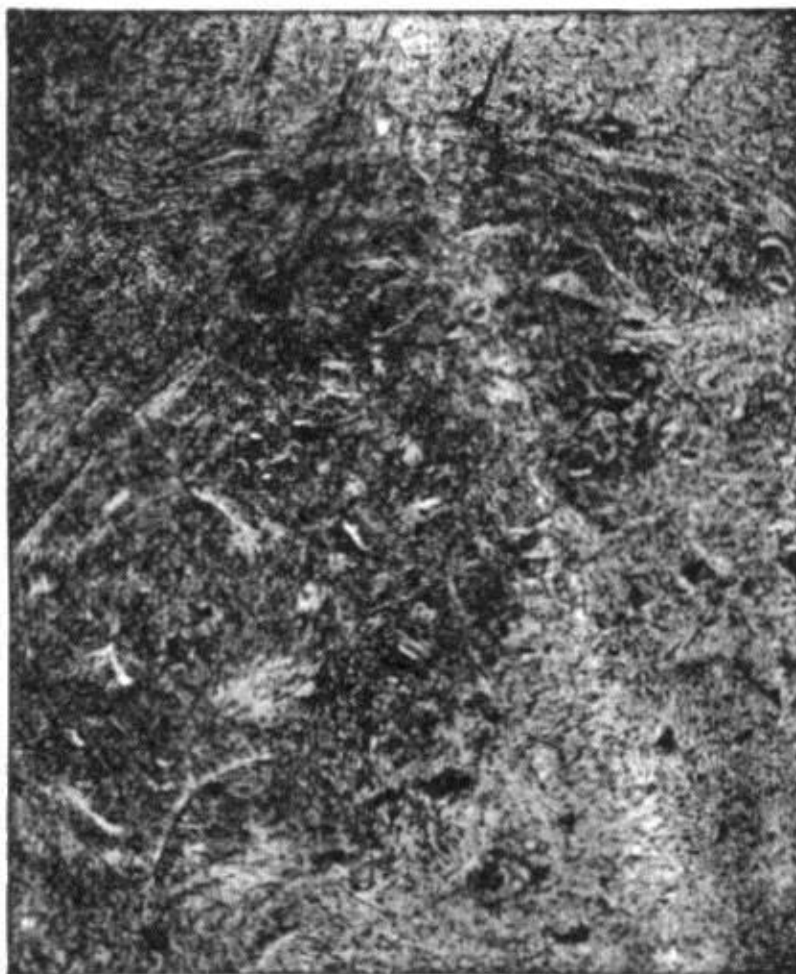


Рис. 108. — Срез спинного мозга, на котором видны нервные клетки (крупные черные пятна) с их ветвями (черные точки и линии). Пять пучков нервных волокон показаны у верхнего края. (Пибоди.)

Рефлекторная деятельность никогда не начинается в спинном мозге, а в наружном конце сенсорного волокна, обычно расположенного в *коже*. Впечатление поступает в спинной мозг по *сенсорному волокну*. Оно принимается *сенсорной клеткой* и передается дендронами в *моторную клетку*, которая посылает импульс по *моторному волокну* в *мышцу*; мышца сокращается, и действие завершается. Для рефлекторной деятельности необходимо как минимум две нервные клетки. Действия низших животных почти полностью рефлекторны.

Рефлекторное действие, сознание и воля. Обычно не вся сила импульса передается в двигательную клетку. Сенсорная клетка с помощью другого из своих многочисленных отростков может *передать часть импульса в клетку, которая посылает его в мозг*. Следовательно, рефлекторное действие не обязательно является бессознательным. Если вы нечаянно прикоснетесь рукой к горячей трубе печи, вы можете одновременно ощутить боль и непроизвольно отдернуть руку.

Рефлекторное действие и воля. Воля может *сдерживать* или предотвращать ожидаемое рефлекторное действие. Однако многие рефлекторные действия происходят, несмотря на усилия воли их предотвратить. Не всегда можно удержаться от закрытия глаз перед угрожающим ударом, даже если он исходит с другой стороны стеклянного окна и известно, что опасности нет. Чихание — это рефлекторное действие, которое не всегда можно предотвратить. Выработка слюны и других секретов — это рефлекторные действия. *Рефлекторные действия быстрее, чем произвольные*. Восьмая доля секунды — это примерно

время, необходимое человеку, чтобы нажать электрическую кнопку после того, как он увидел сигнал; рефлекторное действие может произойти за более короткое время.

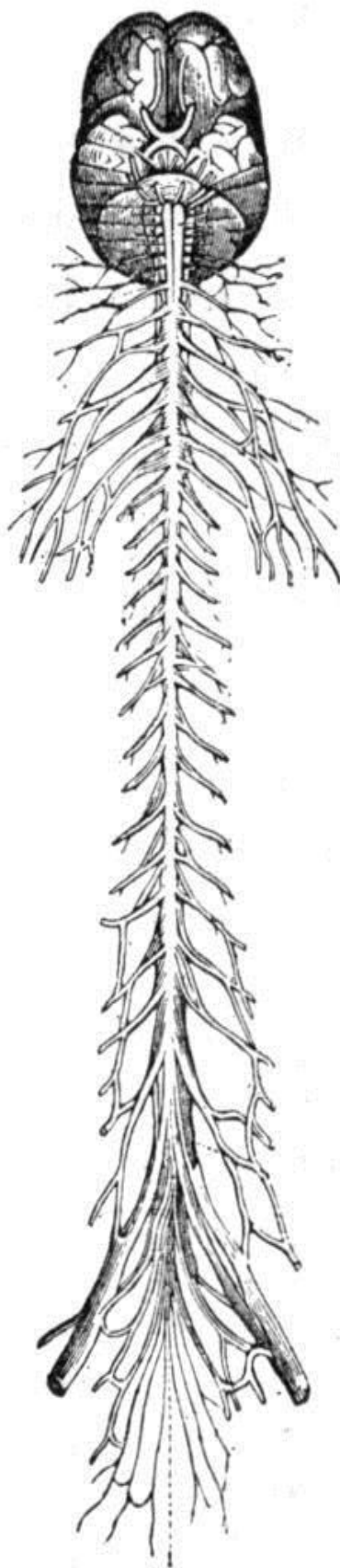


Рис. 109. — Головной и спинной мозг.

Мозг состоит из трех основных частей. (1) В верхней части спинного мозга находится уширение, называемое продолговатым мозгом или медуллой. Его можно рассматривать как часть спинного мозга внутри черепа (см. [рис. 109, 110, 114](#)). (2) Над продолговатым мозгом находится *мозжечок*, или малый мозг. (3) Большой мозг, или кора головного мозга, заполняет весь череп, за исключением небольшой части, занимаемой продолговатым мозгом и мозжечком. Большой мозг покрывает мозжечок. ([Рис. 110.](#)) Так ли это в случае с мозгом обезьяны? (См. [рис. 113.](#))

Основная **функция продолговатого мозга** заключается в контроле жизненных функций (см. [рис. 110, 114](#)). Здесь расположены центры, регулирующие *дыхание, сердцебиение, размер кровеносных сосудов* (таким образом регулируя питание), а также менее важные центры, контролирующие *глотание, выделение слюны и рвоту*. Центр дыхания иногда называют *жизненным узлом*, потому что, хотя головной и мозжечок могут быть удалены у животного без немедленной смерти, малейшее повреждение жизненного узла убивает животное сразу. В случаях повешения смерть наступает в результате повреждения этого центра.



Рис. 110. — Мозг (большой мозг, мозжечок, продолговатый мозг).

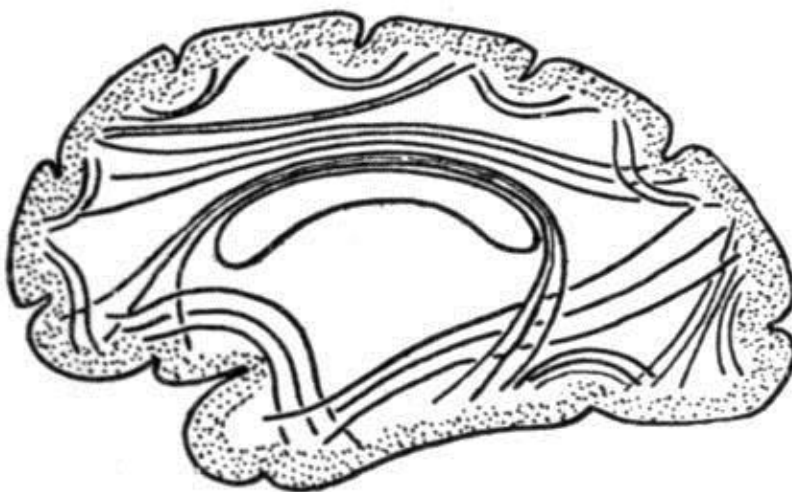


Рис. 111. Ассоциативные волокна, соединяющие клетки в головном мозге. (Jegi.)

Автоматические действия. — Считается, что центр, называемый жизненным узлом, регулирует дыхание автоматически, а не рефлекторно. Рефлекторные *действия* начинаются в коже, а *автоматические* — *внутри организма*. *Состояние крови* автоматически *регулирует дыхание* во время сна и частично регулирует его во время бодрствования. Если в крови накапливается слишком много углекислого газа, это возбуждает жизненный узел, который посылает более сильные импульсы к дыхательным мышцам. Затем следует более глубокое дыхание, которое очищает кровь, и дыхание становится поверхностным или медленным, пока углекислый газ снова не накапливается.

Четыре вида нервной деятельности и центры, которые их контролируют. — *Спинной мозг* контролирует в основном *рефлекторные* действия; *продолговатый мозг* контролирует в основном *автоматические* действия; *мозжечок* контролирует в основном *координирующие*, или *гармонизирующие*, действия; *головной мозг* контролирует чисто *произвольные* действия, поскольку он является центром *сознания* и *мышления*. Продолговатый мозг, как и спинной мозг, имеет серое вещество внутри ([рис. 109](#)).

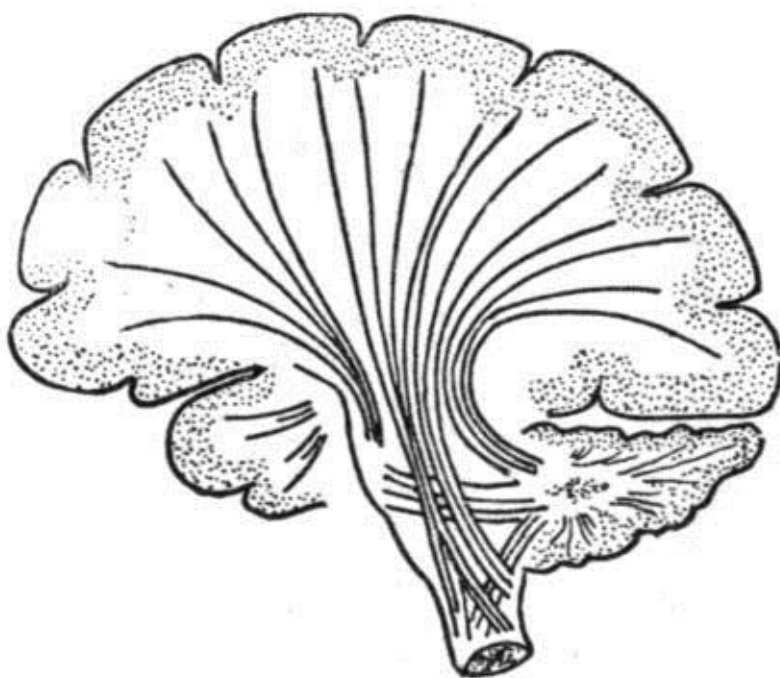


Рис. 112. — Сенсорные и моторные волокна. (Jegi.)

Строение мозжечка. — Мозжечок, как и головной мозг, имеет серое вещество или клетки снаружи. Серое вещество сложено в борозды, которые не так извилисты, как складки головного мозга (см. [рис. 115](#)). Волокна, идущие к поверхностным клеткам, имеют разветвленное расположение, называемое *arbor vitae*, или *дерево жизни*, которое показано на разрезе мозжечка. Мозжечок, как и головной мозг, имеет глубокую щель и, таким образом, разделен на две половины, называемые *полушариями*, соединенные полосой белого вещества.

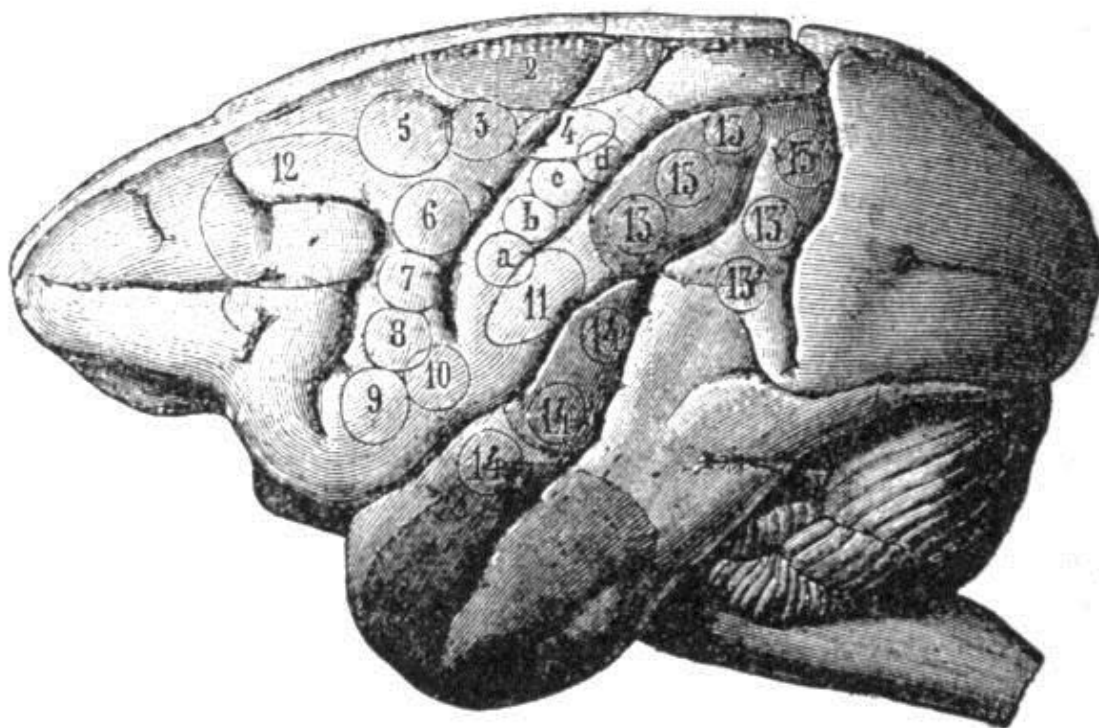


Рис. 113. Мозг обезьяны. Цифры обозначают расположение моторных центров. (См. [рис. 115.](#))

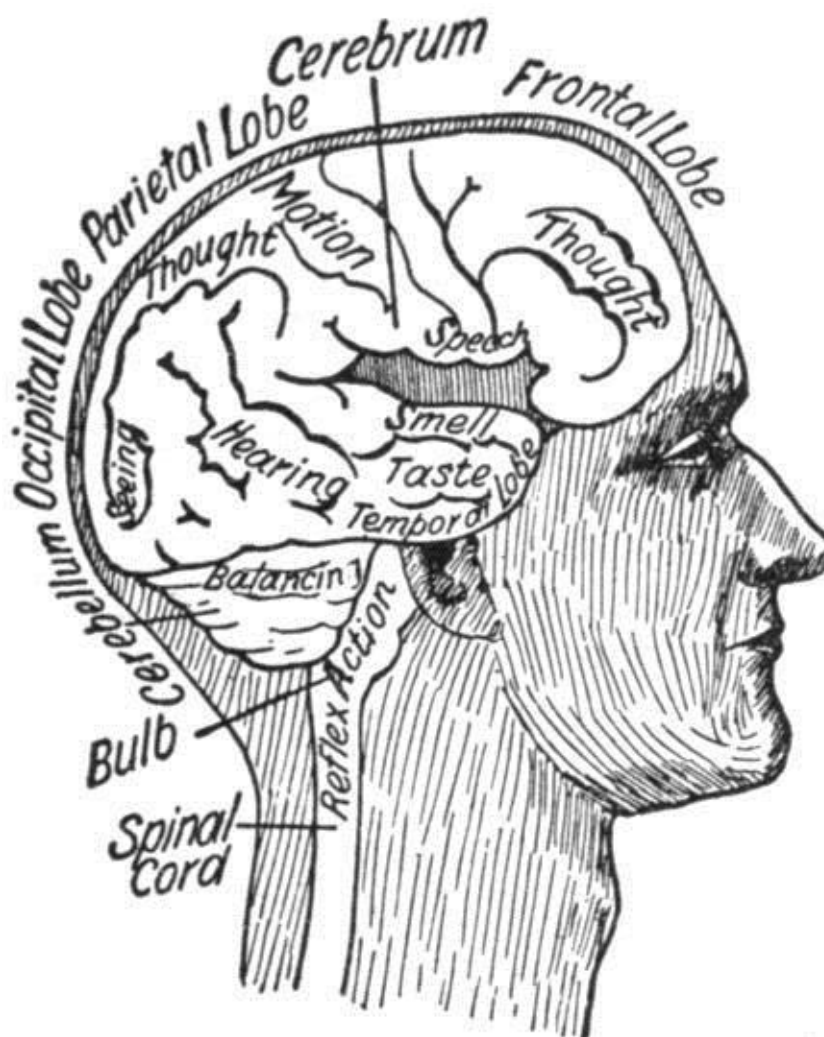


Рис. 114. — Доли правой стороны мозга и их функции. (Jegi.)

Речевой центр верный только для левшей. Продолговатый мозг обозначен как «Bulb».

Задача мозжечка — помогать большому мозгу в управлении мышцами. Он координирует мышечные движения; то есть заставляет мышцы действовать в нужное время и с необходимой силой при выполнении сложных действий, таких как стояние, ходьба, разговор. Человек мог бы ударить с такой же силой и без участия мозжечка, но вряд ли попал бы в цель. Пьяный человек шатается и не может контролировать мышцы при ходьбе, потому что алкоголь вызывает скопление крови вокруг мозжечка и давление на него. Человек, у которого мозжечок был поврежден в результате несчастного случая, шатается, как пьяный.

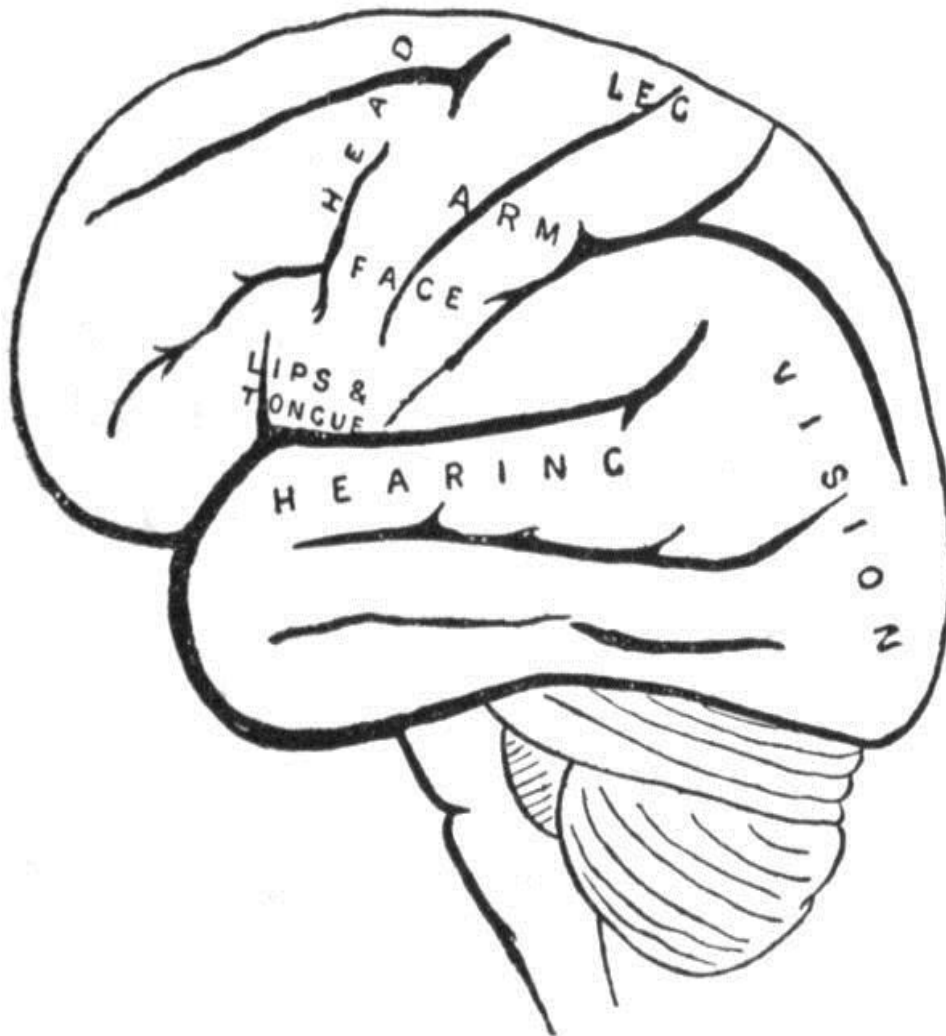


Рис. 115. Моторные и сенсорные области левого полушария. Центр речи обозначен как «Губы».

В какой области находятся моторные центры? Сенсорные центры?

Покровы головного мозга. Внутри черепа и покрывающие головной мозг находятся две мембраны, которые содержат лимфоподобную жидкость. Таким образом, образуется своего рода водяная подушка, которая окружает мягкий и нежный головной мозг и защищает его от ударов. Мембранная сеть, или сетка, из кровеносных сосудов покрывает головной мозг и обильно снабжает его кровью.

Строение головного мозга. Серое вещество, или клеточная масса головного мозга, образует поверхностный слой, называемый корой («кора»), толщиной около одной восьмой

дюйма. Этот *серый слой глубоко складчатый*, складки, или *извилины*, разделены глубокими бороздками, некоторые из которых достигают глубины одного дюйма (см. [рис. 110](#)). Таким образом, площадь поверхностного слоя увеличивается в несколько раз по сравнению с тем, что было бы, если бы он был гладким. Интеллект увеличивается с увеличением количества и глубины извилин. Большая часть головного мозга состоит из белого вещества. Оно в основном состоит из ассоциативных волокон ([рис. 111](#)), которые соединяют клетки серого вещества друг с другом и с важными внутренними ганглиями в основании головного мозга ([рис. 112](#)). Эти базальные ганглии являются крупнейшими частями мозга низших позвоночных (Биология животных, [рис. 222, 259](#)). Почему этим животным не нужен большой мозг? Мозг человека составляет почти семь восьмых веса головного мозга. Глубокая бороздка делит его на правое и левое полушария. Полоса белого вещества соединяет полушария.

Функции головного мозга. Головной мозг является центром сознания и мышления, а также всей деятельности, контролируемой волей. Он также управляет работой нижних нервных центров в спинном мозге, продолговатом мозге и мозжечке.

Он получает сенсорные сигналы со всех частей кожи и через специальные органы чувств. Он посылает двигательные сигналы ко всем произвольным мышцам и, более косвенно, к непроизвольным мышцам. Существует три вида волокон головного мозга: *сенсорные, ассоциативные* (соединяющие клетки в головном мозге) и *двигательные* ([рис. 111, 112](#)). По оценкам, только в головном мозге содержится 9 200 000 000 клеток.

Спинальные и черепные нервы. Нервы из спинного мозга выходят через промежутки между позвонками. Поскольку существует *тридцать одна* пара спинальных нервов ([рис. 109](#)) и только двадцать четыре позвонка, некоторые нервы выходят через отверстия в крестце. Черепные нервы (к глазам, ушам, языку, носу, лицу и т. д.) выходят из мозга через отверстия в черепе. Их *двенадцать пар*.

Связь головного мозга с нижними центрами. Как уже было сказано, нервная деятельность бывает четырех видов: рефлекторная, автоматическая, координирующая и произвольная. На фабрике работа более сложная, чем в мастерской. Человек, владеющий магазином, может расширить его до фабрики и оставить обученных помощников ответственными за различные цеха, оставляя за собой только общее управление. Если он перестанет полностью контролировать своих помощников, работа фабрики скоро придет в беспорядок. Если менеджер будет пытаться руководить всем, он выдохнется. Поэтому головной мозг, центр воли и разума, оставляет рефлекторные центры в спинном мозге, продолговатом мозге и мозжечке выполнять большую часть работы. Если ум желает, чтобы рука двинулась и взяла руку друга, двигательный центр в головном мозге посылает сигнал в мозжечок; и если мозжечок хорошо натренирован, действие выполняется точно.

Менее несовершенная мудрость, чем мудрость ума, находится в нижних нервных центрах. Разум и воля контролируют нижние центры через головной мозг, но этот контроль очень ограничен. Это хорошо, не только для облегчения работы головного мозга, но и для безопасности тела. Можете ли вы изменить частоту сердечных сокращений с помощью воли? Можете ли вы покраснеть по желанию или предотвратить покраснение капилляров, когда вы смущены или когда вы приближаетесь к горячему огню? Человеку невозможно покончить с собой, задержав дыхание. Какие изменения в крови вскоре заставили бы его сделать вдох? Повторите два примера рефлекторных действий, превосходящих волю, которые уже были приведены. Далее мы рассмотрим систему нервов, почти независимую от воли.

Ганглионарная или симпатическая часть нервной системы контролирует внутренние органы, *например*, перистальтику пищевода, тонус артерий. Нервы, идущие к внутренним органам, отходят от спинномозговых нервов недалеко от позвоночника и входят в ряд ганглиев по обеим сторонам позвоночника (см. [рис. 115](#)). Каждый ганглий соединен нервами с ганглием, расположенным выше и ниже него, так что они выглядят как две завязанные веревки, подвешенные по обе стороны позвоночника () и связанные вместе внизу; обе цепочки ганглиев заканчиваются в одном и том же ганглии в области таза. Некоторые волокна из спинного мозга проходят через эти ганглии на пути к внутренним органам, теряя в ганглиях свою белую оболочку и выходя в виде серых волокон. Спинной мозг и головной мозг с волокнами, которые не проходят через двойную цепь ганглиев,

называются *цереброспинальной системой*. Двойная цепь ганглиев и проходящие через них волокна называются *ганглионарной* или *симпатической системой*.

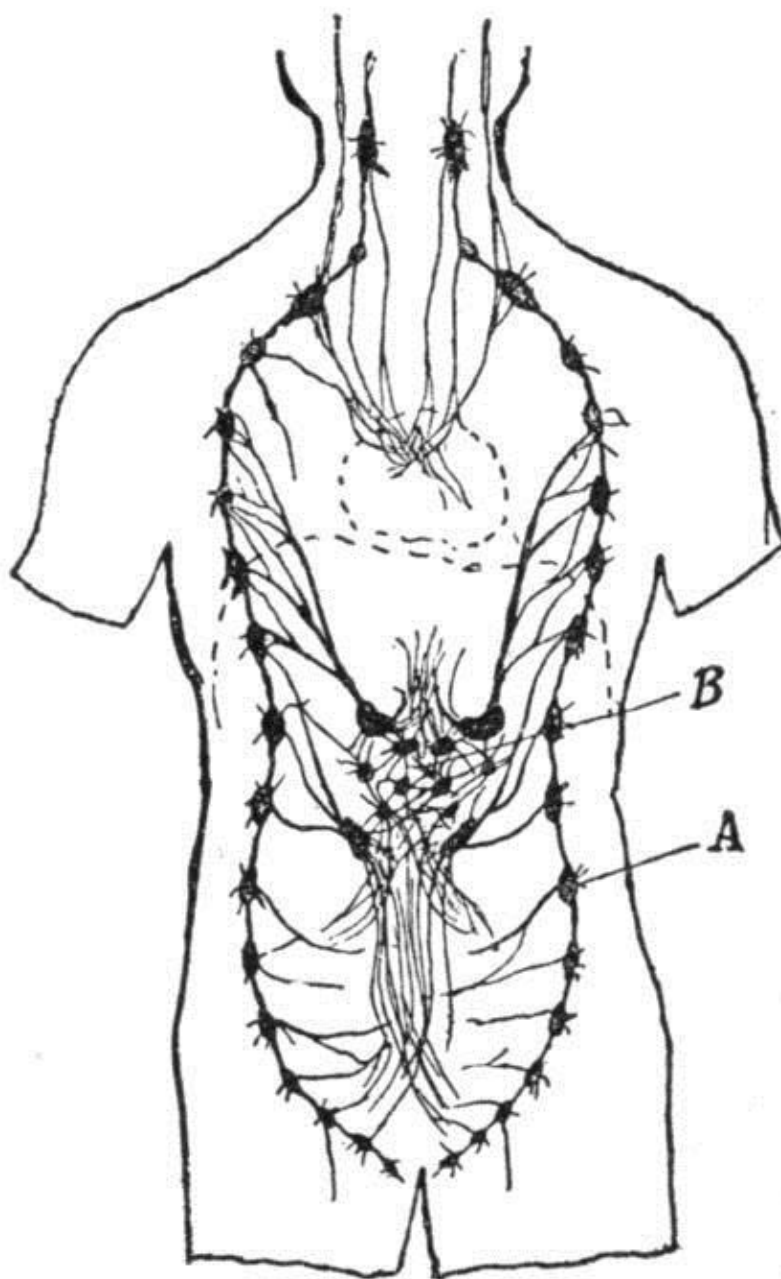


Рис. 116. — СХЕМА СИМПАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ДВОЙНУЮ ЦЕПЬ ГАНГЛИЕВ, А ТАКЖЕ СПЛЕТЕНИЕ У СЕРДЦА И СОЛНЕЧНОЕ СПЛЕТЕНИЕ.

Почему эти нервы называются симпатической системой. — Эти нервы, покинув двойную цепь ганглиев, образуют множество сложных сетей ганглиев и волокон. Каждая сеть называется *сплетением* ([рис. 116](#)). Самое большое из сплетений находится сразу за желудком и называется *солнечным сплетением*. Удар по желудку может парализовать это сплетение и вызвать внезапную смерть. *Плекси и волокна соединяют внутренние органы настолько идеально, что один орган не может страдать, не вызывая изменения активности других органов или их сочувствия*. Перегруженный желудок заставляет сердце биться быстрее и посылать в него больше крови; потеря аппетита обычно сопровождает болезнь и позволяет желудку отдохнуть. Это сочувствие необходимо, потому что если один орган заболевает, другие не продолжают работать и не нагружают силы больного органа.

Чем отличаются симпатические и спинномозговые нервы. Ганглиозные нервы (1) содержат в основном *серые волокна*; (2) проходят через *ганглии* после выхода из спинного мозга; (3) контролируют *бессознательную* деятельность организма; (4) проходят к органам, которые содержат медленно действующие *непроизвольные мышцы*, а не к органам чувств и быстро действующим произвольным мышцам; (5) *медленно* передают импульсы (около 20 футов вместо 100 футов в секунду). Раки и насекомые имеют чуть больше, чем ганглионарную систему нервов (Биология животных, [рис. 92, 132, 197](#)).

Примеры контролирующих функций симпатической системы: регулирование сердцебиения и размера кровеносных сосудов; секреция потовых желез; сужение зрачков глаз при ярком свете; перистальтика.

Примеры симпатических нервных импульсов, достигающих сознания — боль при коликах и спазмах; «изжога» (боль в желудке от несварения пищи); боль в спине (от нервов в органах, выпавших из-за тесной одежды, тянущей за их крепления к позвоночнику); голод; жажда.

Разум и здоровье. — Удовлетворенный или спокойный разум необходим для крепкого здоровья. Беспокойство вызывает затрудненное дыхание с задержкой дыхания. Счастье приносит полное, легкое дыхание. Биологическое изучение физиологии показывает бесполезность заботы о здоровье или беспокойства о нем и учит «не вмешиваться» в работу организма, будь то стимулируя его, накачивая лекарствами, деформируя, перегревая, полузадыхая в закрытых помещениях, культивируя искусственные инстинкты и т. д. Если тело дегенерирует из-за неправильного образа жизни и возникает болезнь, необходим новый образ жизни, а не какое-то быстрое и чудесное лекарство. Новая жизнь обновит тело, и ничто другое не сможет этого сделать.

ГИГИЕНА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Необходимость питания, свежего воздуха и отдыха для здоровья нервов. Здоровье нервов зависит от свободного поступления чистой, питательной крови. Почти пятая часть крови поступает в мозг. Очевидно, что мозг не может отдавать энергию, пока не получит ее сам; кровь снабжает мозг энергией. Кровь, в свою очередь, получает питание из пищи и чистого воздуха. Отдохнувшая клетка полна питательных веществ; уставшая клетка ссохшаяся (см. [рис. 117](#)).

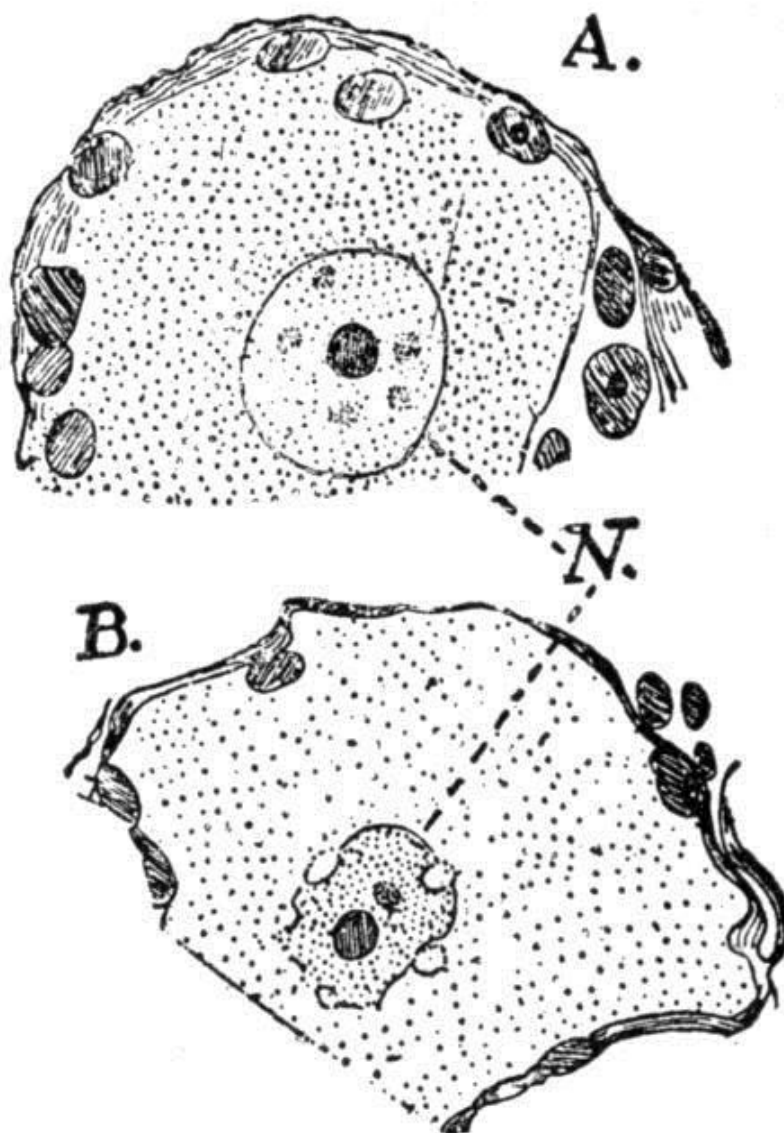


Рис. 117. — Влияние усталости на нервные клетки.

A — отдохнувшая клетка, *B* — уставшая клетка с усохшим телом и ядром.

Сон. Во время бодрствования энергия расходуется быстрее, чем накапливается в клетках, и протоплазма окисляется быстрее, чем клетки могут ее восполнить. Во время сна происходит обратное: восстановление происходит быстрее, чем расход. Во время сна мышцы укрепляются, дыхание становится более редким, сердце бьется медленнее, вырабатывается меньше тепла, пищеварение замедляется, к мозгу поступает меньше крови. Почему во время сна необходимо более тепло укрываться одеждой или постельным бельем, чем в бодрствовании? Прежде всего, нервная система имеет возможность восстанавливаться после постоянной активности в часы бодрствования. Глаза и уши отдыхают в темноте и тишине. Сон, вызванный морфином или другими лекарствами, не является нормальным сном и приносит мало облегчения.

Практические рекомендации. Сон наиболее глубокий в течение второго часа после засыпания, и пробуждение спящего в этот час наносит нервной системе больший удар, чем в другое время. Будильник — очень вредное устройство. Тот, кто не может довериться природе даже в вопросе пробуждения, проявляет большую самонадеянность. Если человек не встает сразу после естественного пробуждения, он теряет инстинкт просыпаться после достаточного количества сна, у него формируется привычка спать слишком много, и мозг, как и мышцы, слабеет от бездеятельности. Младенцы спят большую часть времени, и их пробуждение вредно для них. Взрослым обычно требуется около восьми часов сна. Есть риск засыпать

в теплой комнате, потому что постельное белье, которое кажется удобным в этот момент, может оказаться недостаточным, чтобы не замерзнуть, когда огонь погаснет. Сон обычно наступает быстрее у тех, кто ложится спать каждый вечер в одно и то же время. Во время сна мышцы расслабляются, и их полное расслабление при лежании и медленном дыхании способствует засыпанию. Человек, страдающий бессонницей, обычно обнаруживает, что он дышит быстро и держит голову жестко на плечах, стискивает зубы и напрягает мышцы, даже когда лежит. Возбуждение и беспокойство в течение дня, но особенно перед сном, могут вызвать бессонницу. Человек, который переутомляет свой ум, уделяя слишком много внимания делам, рискует погубить себя. Студент, который теряет сон, готовясь к экзамену, скорее всего, провалится. Для хорошей работы необходимы отдохнувшие клетки мозга и чистая кровь.

Правила предотвращения сонливости. — (1) Не сидите близко к печи, особенно к камину, или в очень теплой комнате, и не носите очень теплую одежду в доме. (2) Проветривайте комнату. (3) Не сидите в кресле-качалке и не сжимайте грудь. (4) Последний прием пищи должен быть очень легким.

Привычки. — Наши привычки в поступках, мыслях и чувствах действительно составляют наш характер. Это показывает важность правильных привычек. Постепенно меняя свои привычки, мы можем укрепить свой характер и сформировать его в той мере, в какой мы того желаем. Когда мышца сокращается определенным образом, это облегчает ее сокращение таким же образом в следующий раз; таким образом, можно развить большую мышечную силу. *Когда нервная клетка действует, кровообращение вокруг нее усиливается, волокна развиваются в результате использования, и в следующий раз это действие дается легче.* Мы не можем полностью избавиться от наших привычек, потому что не можем избавиться от нашего мозга.

Здоровая усталость вызвана накоплением продуктов обмена веществ, образующихся в результате окисления веществ в нервных, мышечных и железистых клетках. Наличие отходов в тканях влияет на нервы. Мы чувствуем себя отдохнувшими и сильными, когда эти отходы удаляются, а ткани снабжаются свежими питательными веществами и кислородом. Работа вызывает накопление *углекислого газа, который является природным наркотиком.*^[9] Сопровождающее это чувство сонливости более приятно, чем сонливость от алкоголя или опиума. Те, кто не используют природный наркотик, а избавляются от него с помощью учащенного, тревожного дыхания, становятся беспокойными и жаждут искусственных наркотиков.

^[9] Было обнаружено, что повторное вдыхание выдыхаемого воздуха, содержащего один процент углекислого газа, вредно для здоровья, но гораздо больший процент этого газа безвреден, если он попадает в свежий воздух, что указывает на то, что вред от плохой вентиляции в основном исходит от «яда толпы», или выделяемых органических частиц.

У людей, ведущих бездеятельный образ жизни, возникает **усталость без работы**. Окисление в их клетках не является полным, в результате чего образуются ядовитые продукты неполного сгорания. Это явление известно как самоотравление (автотоксикоз). Яды попадают с кровью в нервы и мозг и вызывают чувство усталости так же эффективно, как и тяжелая работа; или пища может бродить в пищевode и образовывать яды, которые усиливают чувство усталости. Такие люди обычно раздражительны, в то время как люди, утомленные полезным трудом, скорее всего, будут вялыми и сонными.

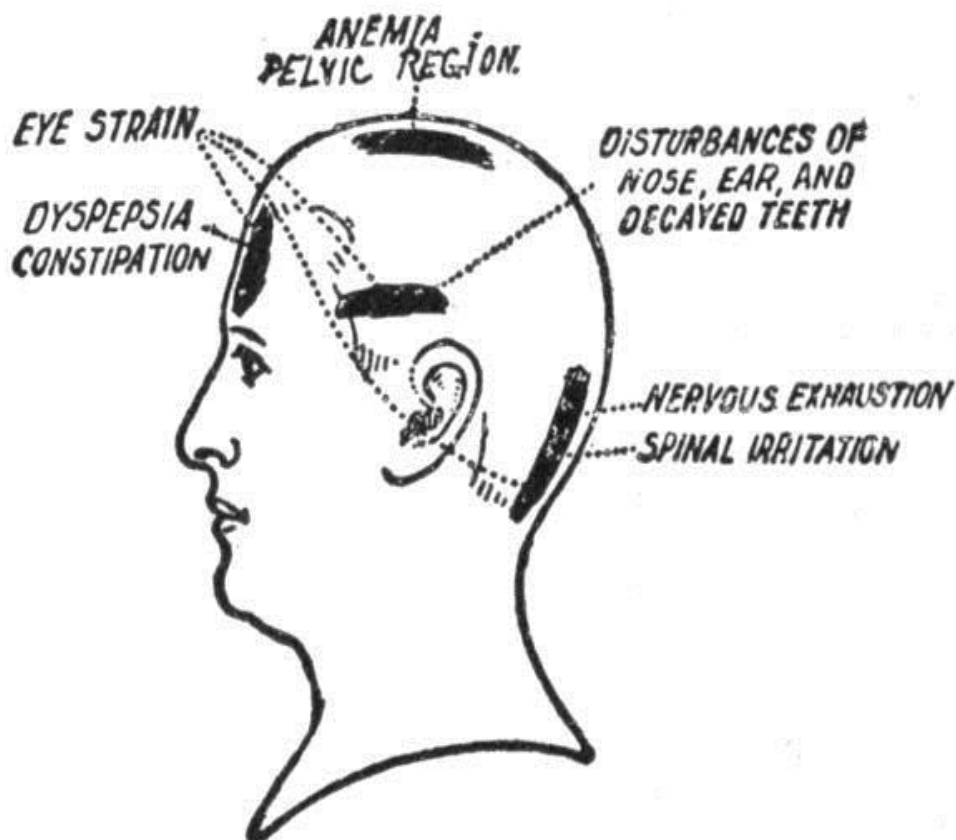


Рис. 118. Расположение головных болей в зависимости от их причин.

Головные боли вызываются ядами в крови или давлением крови, скопившейся в голове. Как и все другие боли, они должны быть источником пользы в том смысле, что показывают нам, какого образа жизни следует избегать в будущем. Однако многие люди не только не извлекают никакой пользы из головной боли, но и, предпринимая неразумные попытки избавиться от боли, наносят себе постоянный вред в дополнение к страданиям от головной боли.

Бромиды, опиум и другие яды притупляют и ослабляют нервную систему, предотвращая ощущение головной боли. Порошки от головной боли, фенацетин, ацетанелид, антикамния и другие вредные яды, изготовленные из каменноугольной смолы, шокируют и ослабляют сердце и снижают жизненную активность, так что головная боль больше не ощущается. В результате шока от повторного приема таких лекарств сердце перестает работать так хорошо и может отказать в будущем, когда нагрузка или напряжение потребуют от него необычных усилий. Их использование привело к более широкому распространению сердечных заболеваний. Клетки печени и почек, а также лейкоциты должны уничтожать и выводить лекарства. Многие люди настолько глупы, что предпочитают наносить вред своему организму и рисковать жизнью, чем страдать от боли или избегать ее, ведя разумный образ жизни.

Головные боли предвещают тупое чувство, сонливость после еды, налет на языке и запор. Лучше удалить из желудка неперевавленную, испорченную пищу (четыре стакана воды вызовут рвоту), чем принимать лекарство. При первых признаках проблем с пищеварением () воздержитесь от еды или перейдите на фруктовую диету на сутки и пейте много воды. Это позволит организму избавиться от избытка отходов.

Высший авторитет в области медицины по вопросам лекарственных препаратов — доктор Ослер, ранее работавший в Университете Джона Хопкинса, а ныне — в Оксфордском университете, говорит:

«Но новая школа не считает себя обязанной назначать какие-либо лекарства, в то время как поколение назад не только немногие врачи могли бы продолжать свою практику, если бы они этого не делали, но и немногие считали бы это безопасным или научным. Конечно, по-прежнему существует много случаев, когда пациенту или его друзьям приходится уступать, назначая лекарства или предполагаемые лекарства, когда в них нет реальной необходимости, и действительно часто, когда бодрость духа, которая является настоящим лечебным средством, может быть создана только путем заставляя его с надеждой ждать ожидаемого действия лекарства; и некоторые врачи до сих пор не могут отучиться от своего старого обучения. Но изменения огромны. Современное лечение болезней в значительной степени опирается на старые так называемые естественные методы, диету и физические упражнения, купание и массаж, другими словами, на предоставление естественным силам максимальной свободы действия посредством легкого и полноценного питания, увеличения кровотока и устранения препятствий для выделительной системы или кровообращения в тканях. Одним из ярких примеров является брюшной тиф. В начале XIX века его лечили с помощью «лекарств» крайней жестокости — кровопускания и прижигания, рвоты и очищения, сурьмы и каломели и других героических средств. Сейчас пациента купают, ухаживают за ним и тщательно лечат, но редко дают лекарства. Это отчасти результат замечательных экспериментов парижской и венской школ по изучению действия лекарств, которые пошатнули самые твердые убеждения, а отчасти — постоянный и укорительный наглядный урок гомеопатии. Ни один обычный врач никогда не признал бы, что гомеопатические «бесконечно малые дозы» могут приносить какую-либо пользу в качестве прямых лечебных средств; и все же было совершенно очевидно, что гомеопаты теряли не больше пациентов, чем другие. Можно было сделать только один вывод: большинство лекарств не оказывали никакого влияния на болезни, для лечения которых они назначались». — «Encyclopædia Americana», т. X. (Munn & Co., Нью-Йорк).

Систематическое применение гигиенических тестов. Причину плохого самочувствия (*например, головной боли*) следует искать систематически и тщательно, поочередно применяя тесты ко всем функциям организма: *Легкие.* Воздух, которым вы дышите, свежий и не содержит пыли? Тело держится прямо, а грудь или талия не сдавлены одеждой? *Мышцы.* Выполняете ли вы достаточно физических упражнений, чтобы дышать глубоко? *Пища.* Является ли она простой, легко усваиваемой и употребляется ли она правильно? *Напитки.* Является ли вода чистой? *Чистота, работа и отдых, одежда, вентиляция и психическое состояние* могут быть проверены до тех пор, пока не будет найдена причина проблемы и устранена причина плохого здоровья. Давать лекарства и не устранять причину плохого здоровья — значит потерпеть неудачу. Существуют признаки надвигающейся слабости или болезни, которые, если на них обратить внимание и улучшить образ жизни, обычно позволяют предотвратить болезнь. Среди этих признаков — головные боли, бледность, чувствительность к холоду, тяжесть или боль после еды, запоры. Хаксли говорит, что молодые люди должны изучать физиологию и понимать свое тело настолько, чтобы *обращать внимание на первые признаки недовольства природы и не ждать, пока им дадут пощечину.*

Нервные дети. Отчет о здоровье школьников в одном из наших крупных городов показывает, что треть детей в этих школах страдают какими-либо нервными расстройствами. Нервозность (ослабление контроля над нервами) может проявляться в вялости ума, повышенной *раздражительности*, частых *приступах* «депрессии» или *непроизвольных судорожных* или *беспокойных движений*. Здоровому развитию нервной системы городских детей мешает постоянный шум в городах днем и ночью; *сокращение часов сна; чрезмерное употребление сахара* в пищу; жизнь среди людей без возможности побыть в одиночестве и дать нервам отдохнуть, а у мальчиков — *употребление сигарет.*

Как предотвратить травмирование детей в школе. — (1) *Вентиляция* имеет первостепенное значение. Вдыхать воздух, которым дышали пятьдесят других детей, наносит гораздо больший вред, чем чрезмерное увлечение учебой. (2) *Время, посвященное учебе*, не должно быть длительным, особенно в младших классах (никакой учебы вне школы). (3) *Учебная работа должна быть разнообразной*; следует изучать не только печатные слова, но и картинки, предметы природы и окружающий мир. (4) Учитель и родители должны следить за тем, чтобы *привычное поведение* ребенка было благоприятным для здоровья. (5) Детей следует *поощрять к играм*. Игры с бегом на переменах имеют огромную ценность и так же необходимы для здоровья мальчиков и девочек, как и для жеребят. (6) Между уроками следует проводить *физические упражнения*, особенно *растяжку и движения, выпрямляющие позвоночник и бедра и поднимающие грудную клетку.*

Влияние алкоголя на нервную систему. — Воздействуя на нервные центры, алкоголь начинает с головного мозга, самого высокого, и продвигается к самому низкому. Поэтому, когда человек напивается, он сначала начинает говорить глупости (поражение головного мозга), затем шатается (поражение мозжечка) и, наконец, засыпает и дышит очень тяжело (поражение продолговатого мозга) в состоянии алкогольного опьянения. Редко случается, что дыхательный центр полностью выходит из строя и человек умирает от сильного яда. Наибольшее зло алкоголя — это, которое наблюдается в случае постоянного употребления алкоголя. Это постепенно разрушает здоровье нервной системы и ослабляет самоконтроль. Почти все пьющие люди имеют тенденцию увеличивать количество употребляемого алкоголя.

Не полные трезвенники, а сторонники всеобщей умеренности являются провидцами. — Вредные последствия алкоголя настолько велики, что в них почти невозможно поверить. Самые простые утверждения о его воздействии иногда осуждаются как ненаучные людьми, предвзято относящимися к нему. Часть из двух миллиардов долларов, ежегодно выплачиваемых за спиртные напитки, используется для влияния на общественное мнение через прессу.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ. 1. Почему путешествие часто лечит больного человека, когда все остальное не помогает? 2. Почему работа полезнее для здоровья, чем «физические упражнения»? (с. 47). 3. Что лучше для детей: играть или заниматься физическими упражнениями? 4. Почему можно одновременно ходить и вести разговор? (с. 127). 5. Как расстройство желудка вызывает головную боль? (с. 133.) 6. Помогает ли совершенно удобная одежда с головы до ног чувствовать себя непринужденно в компании? Неудобная одежда делает человека неловким? 7. Почему так важно, чтобы обувь и одежда были абсолютно удобными как при выходе из дома, так и при пребывании дома? 8. Когда человек порезал палец, где он чувствует боль? 9. Каким образом открытие окна, когда ученик становится вялым и сонным за книгами, может помочь ему проснуться и легко учиться? 10. Какие клетки сжимаются, как запеченное яблоко, когда они устают? (Рис. 117.) 11. Нерв или нервное волокно вряд ли могут устать или изнуриться, поскольку нервная клетка снабжает их энергией. Что мы имеем в виду, когда говорим, что нервы изношены? (Рис. 117.) 12. Почему на человека, который потерял сознание, льют холодную воду? 13. Почему постоянное умеренное употребление алкоголя наносит больше вреда здоровью, чем эпизодическое опьянение? 14. Почему остановка кровообращения приводит к потере сознания? (См. гл. VI.) 15. Почему ссадина кожи часто бывает более болезненной, чем порез? (Цветной рис. 1.) 16. Почему низшие животные всегда действуют под влиянием внезапного импульса? Какая часть мозга позволяет человеку сохранять ощущения и не действовать под их влиянием до позднего времени? 17. «Нервозность» скорее указывает на яркий ум или на вспыльчивый характер? 18. Какое влияние оказывает холодная ванна на нервы? (Гл. II.) 19. Вы когда-нибудь видели курильщика сигарет, у которого дрожали руки? 20. Стоит ли бояться, что плачущий ребенок задержит дыхание до смерти? 21. Почему мышечный тонус выше в холодную погоду?

Истинная функция стимуляторов. Человек, чье сердце почти остановилось из-за воздействия суровой погоды, может быть временно реанимирован с помощью алкоголя. Однако делать это неразумно, если нет уверенности, что до наступления реакции он сможет добраться до теплого места и укрытия. Для оживления трезвенника потребуется гораздо меньше, чем для оживления пьяницы. Привычное воздействие на организм стимуляторами делает их неэффективными в чрезвычайных ситуациях. Чашка кофе не поможет бодрствующему человеку оставаться бодрым, если он привык к кофе.

Определения: стимулятор, наркотик, яд. *Стимулятор — это все, что возбуждает организм к активности, но не помогает или помогает незначительно в восстановлении потраченной энергии.*

Наркотик — это все, что усыпляет или притупляет нервную систему. Это слово происходит от слова, означающего «ошеломлять».

Яды — это активные вещества, которые в больших количествах, употребляемых человеком вместе с пищей, уничтожают жизнь; в меньших количествах они наносят вред

организму и могут уничтожить жизнь. Алкоголь — это яд. Вино, пиво, виски содержат его в разных количествах.

Наркотическое и стимулирующее действие ядов. Примерами ядов являются алкоголь, никотин, опиум, мышьяк, стрихнин. Яды возбуждают организм при приеме в малых дозах, а в больших дозах вызывают паралич и смерть. *Раздражающее или стимулирующее действие* обусловлено нарушением функций или попытками клеток освободить организм от разрушительного вещества. *Наркотическое действие обусловлено тем*, что яд настолько ошеломил нервы и повредил клетки, что их деятельность прекращается или на время ослабевает. Вы легко можете понять, как один и тот же яд может быть одновременно стимулятором и наркотиком: *сначала всегда наступает стимулирующее действие, а затем — ошеломляющее*. Если доза очень мала, стимулирующее действие длится дольше; если она велика, наркотическое действие сильнее и ощущается быстрее. Привычка употреблять стимуляторы — неизменный признак слабости. Первая доза морфия или кокаина может стать первым шагом к потере силы и счастья на всю жизнь. Если бы врачи, лечение которых приводит к тому, что пациент приобретает привычку к наркотикам или алкоголю, были бы привлечены к ответственности за халатность, они были бы менее безрассудны. Ежегодное потребление морфия оценивается в 27 гранов на душу населения в Китае и 50 гранов в Соединенных Штатах.

Реакция — это состояние подавленности и истощения, которое наступает после периода неестественной активности. Оно следует за возбуждающим действием стимулятора.

Естественные стимуляторы. Если бы не было ничего, что пробуждало бы активность, жизнь была бы невозможна. Холодный ветер — это естественный стимулятор. *Активность, вызванная холодным ветром, достаточна для того, чтобы помочь организму противостоять холоду; искусственные стимуляторы вызывают расход энергии, не имеющий отношения к потребностям организма.* Следовательно, происходит большая трата энергии. Чувства могут стимулировать, так как любовь к семье может стимулировать человека к труду. Желание знаний может стимулировать мальчика к учебе. Голод может стимулировать человека к еде. Голод — это естественный стимулятор, и он вряд ли заставит человека переедать; чай, кофе, перец и т. д. вызывают ложный аппетит. Эти вещи используются в основном из-за их стимулирующего эффекта, поскольку они содержат мало питательных веществ или не содержат их вовсе. Теперь мы рассмотрим искусственные стимуляторы. *Такие стимуляторы всегда вызывают нерегулируемое и нездоровое действие и всегда сопровождаются реакцией.*

Сколько силы хранится в теле? — Доктор Таннер из Миннесоты считал, что большинство людей едят слишком много. *Другой врач сказал, что ни один человек не может прожить сорок дней без еды.* Доктор Таннер провел эксперимент. Он похудел на тридцать шесть фунтов, но весил $121\frac{1}{2}$ фунта и имел значительную силу в конце сорока дней. Первое, что он съел по окончании поста, был сок спелого арбуза.

Однажды несколько шахтеров оказались заблокированными в результате обрушения части шахты. Но, в отличие от только что описанного случая, *они остались без воды и еды.* Когда спасатели докопались до них через семь дней, несколько человек были еще живы, хотя большинство из них погибли. Шахтеры, без сомнения, имели в организме запас питательных веществ, достаточный для жизни еще на несколько недель, но организму не хватало воды, чтобы растворить их и доставить к клеткам, которые в них больше всего нуждались.

Поразительный факт. Эти случаи показывают, насколько мудро устроено тело, и доказывают, что клетки запасают питательные вещества на несколько недель вперед. *Большое количество питательных веществ, запасаемых в организме человека, является одним из самых поразительных и важных фактов, с которыми приходится иметь дело науке*

физиологии, и об этом следует помнить, иначе мы можем допустить большие ошибки в некоторых очень простых вопросах, особенно в отношении воздействия стимуляторов.

Глупая опрометчивость. — Бывало ли вам когда-нибудь так уставать, что вам приходилось сдаваться и останавливаться, как бы вам ни хотелось продолжать работу или игру? *Отдых был мудрым решением.* Поскольку вы знаете, что в организме запасено много энергии, это не должно подталкивать вас к тому, чтобы продолжать, пока вы не дойдете почти до изнеможения. Вероятно, вы знаете людей, которые гордятся своим телом и говорят, что оно «из чугуна» и что им ничего не может повредить. Такая самонадеянность почти наверняка приведет ее обладателя к неприятностям.

Как может быть нарушена защита. — Очень мудро, что *в обычных условиях мы не можем получить доступ к избыточной энергии, которой обладаем.* Углекислый газ и другие отходы накапливаются в тканях и парализуют нервы. Усталость и другие ощущения заставляют нас быть, так сказать, предусмотрительными; однако стимуляторы и наркотики, раздражая нервные клетки, возбуждают их и заставляют нас тратить часть этой запасной энергии. Таким образом, человек может получить доступ к этому драгоценному запасу, который он должен сохранять для чрезвычайных ситуаций, когда он болен и не может переваривать пищу или когда он прилагает огромные усилия. Слабый, больной человек, который в течение нескольких недель ел очень мало, в состоянии бреда иногда настолько силен, что требуется несколько сильных мужчин, чтобы удержать его в постели. Но бредовая мания часто расходует оставшуюся небольшую энергию и стоит человеку жизни.

Единственным источником энергии для организма человека является соединение пищи и кислорода; он должен получать энергию из того же источника, что и двигатель, а именно из пищи, которая служит топливом, и кислорода, который ее сжигает. Если человек усердно готовился к экзаменам, собирал сено, занимался каким-то важным делом или был взволнован какой-то приятной поездкой и *чувствует себя «подавленным» и изможденным, пусть он перенесет это как мужчина или как настоящий мальчик или девочка, в зависимости от ситуации.* Если на время сдать, «перетерпеть» хандру или потерять немного времени на делах, это не повредит, а восстановит силы, в то время как стимуляторы сделают его менее мужчиной, чем раньше.

Нервозность. Попытка разделить человечество на умственных работников, физических работников и бездельников, будь то мужчины или женщины, является мощным фактором деградации человечества. Леонард Хилл говорит: «Истерия и нервное истощение являются результатом не переутомления, а отсутствия разнообразной и интересной работы. Абсурдное мнение, что тяжелый труд является низким и унижительным, приводит к самым пагубным последствиям. *Девушка*, которая, перейдя от умственного труда к физическому, может готовить, чистить, стирать и заниматься садоводством, придает своим щекам здоровый румянец; в то время как изысканная бездельница теряет свою красоту, страдает от хандры, доставляет неудобства своим друзьям и мучает себя». Японская дама придерживается взглядов, схожих с взглядами доктора Хилла. См. сноску. [\[10\]](#)

[\[11\]](#) **Заявление мадам Тои Нику** из Йеддо, Япония, после шестимесячного визита в Соединенные Штаты: «Мне кажется, что беспокойство и бездельность явно отличают женщин вашего среднего класса. Я не пыталась изучать ваших лидеров общества, потому что они во всем мире очень похожи — та же суэта, та же демонстрация драгоценностей и нарядов, те же скандалы, та же бесполезность. Ваши женщины недостаточно разнообразны. Если они хорошие кухарки, то на этом все и заканчивается; может быть, другая — хорошая хозяйка, третья — хорошо шьет; но занятие одной вещью ведет к узкомыслию. В Японии мы стремимся делать много вещей. Мне кажется, что беспокойство ваших женщин в значительной степени связано с неправильным питанием и перееданием. Я сидела за многими вашими столами, и на них слишком много еды и слишком много разнообразия. Сначала женщины переедают, потом лечатся, потом голодают, а потом становятся нервными. Рацион женщины, особенно матери, всегда должен быть простым. Сократите количество еды и увеличьте разнообразие труда и физических упражнений. Мой народ живет так, и в результате у нас лучшее женское тело, лучшая кожа и лучший характер, чем у ваших женщин. Мне нравится жизнерадостность ваших молодых женщин. Возможно, однажды вы снимете с них эти ужасные шляпы, найдете замену плохим корсетам и позволите им носить свободную, но мягкую и облегающую одежду. Сейчас они слишком скованны в своей одежде, и их вкус в цветах и сочетаниях оставляет желать лучшего. Их одежда либо кричащая, либо очень скучная по оттенкам. Самая простая девушка в Японии знает, как гармонично сочетать цвета с собой». — Журнал «*Mother's Magazine*», ноябрь 1907 года.

Темы для обсуждения. — (1) Деформирует ли китайская женщина свое тело меньше, чем женщина европеоидной расы, и страдает ли она от этого меньше? (2) Столько же болезней происходит из столовой, сколько из бара? (3) Являются ли лекарства необходимым злом? (4) Вызывает ли гордость столько же болезней, сколько невежество? (5) Правильно ли пренебрегать здоровьем? (6) Что больше влияет на здоровье: ум или образ жизни?

Неиспользование и дегенерация. — Многие люди в цивилизованных странах питают тщетную надежду иметь крепкие мышцы, не используя их регулярно, чистую кровь, не дыша глубоко, сильное кровообращение в неактивном теле, свежую кожу, не поддерживая здоровье тела, хороший аппетит, не выполняя достаточной физической работы, чтобы использовать уже съеденную пищу, крепкие нервы, когда одна часть тела перегружена, а другая — застаивается от неиспользования. Их дряблые мышцы, бледная кожа, сильно приправленная пища для возбуждения аппетита, наркотики для успокоения раздражительных нервов и широкое использование лекарств в качестве мнимого заменителя правильного образа жизни — все это свидетельствует о попытке, обреченной на неудачу. Если родители, ведущие такой образ жизни, сохраняют достаточно хорошее здоровье и среднюю продолжительность жизни, они оставляют после себя нескольких нездоровых детей, у которых явно прослеживается физическая дегенерация. Только полноценный, сбалансированный образ жизни предотвращает дегенерацию. Хотя бывают случаи заболеваний, которые не обязательно являются позором, болезни обычно возникают из-за слабости характера или отсутствия здравого смысла. Сноб, который считает себя выше физического труда, обманутые люди, которые по приказу алчных модников думают больше о одежде, чем о свободном теле, узкий, несбалансированный человек, который концентрирует всю свою энергию на одной амбиции, близорукий человек, который беспокоится, — все они впадают в болезненное состояние.

ГЛАВА IX

ЧУВСТВА

Эксперимент 1. Где наиболее многочисленны нервы осязания? — Раскройте ножницы так, чтобы их кончики находились на расстоянии 1/8 дюйма друг от друга, и прикоснитесь обеими кончиками к кончику пальца. Вы ощущаете их как одну точку или как две? Определите, на каком расстоянии они должны находиться друг от друга, чтобы ощущаться как две точки при прикосновении к затылку. Запишите результаты. Внимание: испытуемому следует завязать глаза или отвести взгляд во время проведения теста. Вместо ножниц удобнее использовать две булавки, воткнутые в пробку.

Эксперимент 2. Нервы, отвечающие за восприятие температуры, или термические нервы. Проведите концом холодного провода по коже. Провод ощущается холодным все время? Повторите с горячим проводом. Можно ли сделать вывод, что температура ощущается только в определенных точках?

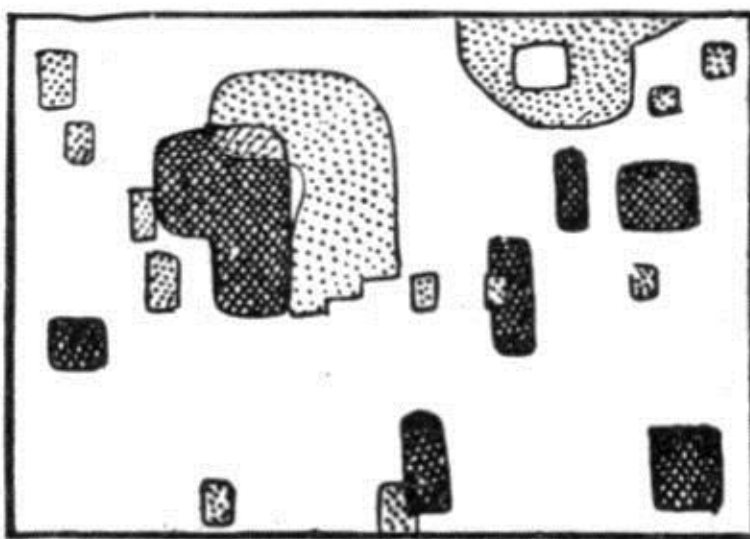


Рис. 119. «Холодные» точки (светлая штриховка). «Горячие» точки (темная штриховка), кожа бедра.

Мышечное чувство. — **Эксперимент 3.** Проведите тесты на способность различать вес предметов, имеющих почти одинаковый вес, когда их кладут на вытянутую руку; а также, положив их на руку, лежащую на столе. Какой тест показал более точные различия? В каком из них задействовались мышцы? **Эксперимент 4.** Закройте глаза и попросите кого-нибудь переместить вашу левую руку в новое положение; затем попробуйте первым же попыткой коснуться указательным пальцем правой руки указательного пальца левой руки в новом положении.

Эксперимент 5. Функции различных частей языка. Проверьте кончик, края и заднюю часть языка с помощью сахара, уксуса, хинина и соли. Где вкус каждого из них наиболее острый? Запишите результаты.

Вкусы. — **Эксперимент 6.** Завяжите глаза одному из членов класса и, пока он крепко зажимает ноздри, попросите его последовательно положить на язык кусочек картофеля и лука. Сможет ли он их различить? **Эксперимент 7.** Отметьте буквой *F* каждый из следующих продуктов, которые имеют вкус (см. [текст](#)): ваниль, яблоко, лимон, говядина, персики, виноград, кофе, лук, картофель, корица.

Эксперимент 8. Конкурс обоняния. Поместите следующие и другие продукты, имеющие вкус, в пробирки, обклеенные бумагой, чтобы скрыть их содержимое: перечный соус, уксус, керосин, ароматические экстракты (разбавленные), несколько парфюмов, йод, кусочки банана, лимона, яблока и т. д. Пронумеруйте пробирки и попросите учеников провести тест и записать результаты в список. Проверьте списки и объявите ученика с самым острым обонянием.

Эксперимент 9. Аналогичным образом можно организовать **конкурс на вкус**. Тесты на обоняние и вкус следует проводить быстро, так как эти чувства быстро притупляются при повторении ощущений.

Эксперимент 10. Преимущество двух глаз перед одним. Попытайтесь коснуться указательным пальцем предмета, который держит другой человек на расстоянии вытянутой руки от вас, поднося палец сбоку: (1) с закрытым одним глазом;

(2) с открытыми обоими глазами. Результат? Вывод? Мы определяем расстояние до предмета по степени сближения глазных яблок, необходимой для его рассмотрения.

Эксперимент 11. Продолжительность впечатления. — Вращайте палку с раскаленным углем на одном конце (см. [рис. 123](#)).

Эксперимент 12. Цветовая слепота. — Подготовьте несколько ниток разных оттенков и ниток одного и того же оттенка. Проверьте цветовую слепоту, попросив каждого ученика сопоставить оттенки и рассортировать нитки.

Эксперимент 13. Усталость зрительного нерва. — Долго и непрерывно смотрите на объект средней яркости, затем закройте глаза. Результат? Вывод?

Эксперимент 14. Вскрытие глаза. Глаз быка — интересный объект для вскрытия. Хрусталик похож на прозрачный кристалл. Определите все части, названные в тексте (см. [рис. 122](#)).

Эксперимент 15. Изображение, формируемое выпуклой линзой. — За несколько центов купите у ювелира выпуклую линзу или воспользуйтесь сильными очками, которые носит пожилой человек. Держите линзу на расстоянии нескольких футов от окна (затемните все другие окна поблизости). Немного дальше линзы держите белую карточку или книгу, открытую на пустой странице, чтобы уловить изображение. Попросите кого-нибудь пройти перед окном.

Эксперимент 16. Работа радужной оболочки. — Обратите внимание на размер зрачков. Закройте один глаз рукой на несколько минут. Откройте его и посмотрите в зеркало. Посмотрите на яркое окно и снова посмотрите в зеркало. Вывод? Сохраняют ли зрачки одинаковый размер, когда один глаз закрыт?

Эксперимент 17. Аккомодация. — Удерживая палец или карандаш на одной линии с надписью на доске, вы обнаружите, что не можете одновременно четко видеть и палец, и доску — сначала четко виден один объект, а затем другой. Объясните (см. [текст](#)).

Эксперимент 18. Астигматизм (эффект неравной кривизны роговицы или хрусталика по определенным линиям). Концом карандаша начертите на доске около двенадцати прямых, ровных линий, пересекающихся в одной точке. Линии должны быть одинаково четкими. Сколько учеников сообщают, что линии в определенных направлениях размыты? Спросите, часто ли у этих учеников болит голова из-за перенапряжения глаз.

Эксперимент 19. Может ли звук доходить до уха через кости? — Держите часы между губами и обратите внимание на их тиканье. Зажмите их зубами и обратите внимание на изменение звука. Закройте одно, а затем оба уха и обратите внимание на результат.

Эксперимент 20. Проверьте остроту слуха, попросив учеников отойти от тикающих часов, пока их не станет слышно. Проверьте каждое ухо. Предпочтительнее использовать секундомер.

Эксперимент 21. Преимущество двух ушей перед одним. Попросите класс встать в круг. Завяжите кому-нибудь глаза и поставьте его в центр круга. Пусть разные ученики хлопают в ладоши, когда учитель указывает на каждого из них. Может ли человек с завязанными глазами указать направление, откуда доносится звук? Закройте одно ухо платком и повторите эксперимент. Результат? Вывод? Из каких двух точек круга звук доносится одинаково до обоих ушей?

Эксперимент 22. Причина носовых звуков. Попросите одного из учеников встать в задней части класса и прочитать абзац, зажимая нос до середины чтения. Или учитель может читать, закрыв лицо и руку большой книгой. Пусть другие ученики поднимают руки, когда заметят изменение в качестве голоса читающего. Показывает ли эксперимент, что «носовой» тон частично проходит через нос или только через рот? Приводит ли закупорка ноздрей из-за катара к носовому тону?

Пять различий между специальными и общими ощущениями. Во-первых, нервы специальных органов чувств заканчиваются в специальных органах на поверхности тела; например, тактильные клетки отвечают за осязание, глаз — за зрение и т. д. В теле есть много нервов, которые *не заканчиваются в специальных органах*; эти нервы дают так называемые общие ощущения. Второе отличие заключается в том, что общее ощущение () *сообщает о состоянии внутренних органов*, в то время как специальные ощущения сообщают нам о состоянии поверхности тела и внешнего мира. В-третьих, *общие ощущения не так точны*, как сообщения специальных органов чувств. Человек может гораздо точнее определить место на коже, к которому прикоснулись, чем место внутренней боли. Четвертое отличие заключается в том, что значение каждого специального ощущения необходимо выучить (обычно в младенчестве), а *значение общих ощущений передается по наследству*. Это унаследованное знание о значении общих ощущений также называется инстинктом. Пятое отличие заключается в том, что *симпатические нервы обычно передают общие ощущения*, а спинальные и черепные нервы — специальные ощущения.

Примерами общих ощущений являются голод, жажда, сытость, тошнота, слабость, головокружение, усталость, тяжесть, боль, дрожь, беспокойство, хандра, неприятное ощущение, покалывание, сонливость, боль, болезнь. Любой нерв может передавать общее ощущение боли, если он поврежден по всему своему протяжению. Если нерв осязания перерезан, то ощущение осязания отсутствует, но появляется ощущение боли. Ощущения осязания поступают только от концов нервов. Общие ощущения бывают разных видов. Некоторые из них мы осознаем лишь наполовину, а многие даже трудно описать.

Гигиена общих ощущений. Общие ощущения являются неоценимым помощником здоровья. Без них организм не смог бы прожить и одного дня. К боли следует относиться как к лучшему другу, а не убивать ее ядовитыми лекарствами, как будто она наш злейший враг. Мы не должны заглушать боль в желудке сигарой после ужина. Если мы не ложимся спать, когда хотим спать, *желание спать* может покинуть нас, и мы будем испытывать невыразимые страдания от бессонницы. Жажду следует утолять прохладной водой, которая лучше всего ее утоляет; тот, кто вызывает боль в зубах ледяной водой, раздражает свой желудок и будет постоянно испытывать жажду. Тот, кто не перестает есть, когда его *голод* удовлетворен, растянет свой желудок едой, и растянутый орган будет труднее удовлетворить в дальнейшем; более того, еда после чувства сытости может вызвать несварение желудка, так что клетки не получают пищу. Человек, страдающий диспепсией, всегда голоден, потому что его клетки голодают. Усталость тела или ума дает нам мудрый совет; но это чувство может быть притуплено алкоголем или табаком, и работа продолжается до тех пор, пока тело не получит травму. Мы должны прислушиваться к предупреждениям боли, усталости или беспокойства так же быстро, как инженер прислушивается к красному флагу на железнодорожных путях. Тот, кто употребляет наркотики, действует как безрассудный инженер, который убирает сигнал опасности и едет дальше, надеясь, что удача поможет ему избежать аварии.

Большинство **нервов осязания** заканчиваются в папиллах дермы в виде *микроскопических яйцевидных тел* ([рис. 120](#)). Многие из них также находятся во внутренней части рта, особенно на языке. На ладонях они расположены изогнутыми линиями, а на кончиках пальцев — круговыми линиями с одной папиллой в центре. Чувствительность осязания сильно варьируется в разных частях кожи. *Эта чувствительность относится к двум вещам:* способности чувствовать малейшее давление и способности определять точную точку кожи, к которой прикасаются. На лбу и висках можно почувствовать более легкое давление, чем на любой другой части тела. (Почему это лучше всего?) Наибольшая чувствительность в определении точки соприкосновения с кожей наблюдается на кончике языка, губах и кончиках пальцев ([эксперимент 1](#)). (Почему это лучше всего?) Наименьшая чувствительность наблюдается в середине спины. Чувствительность варьируется в зависимости от количества сенсорных клеток в разных частях кожи. Чувство осязания можно сильно развить, как в случае со слепыми людьми.

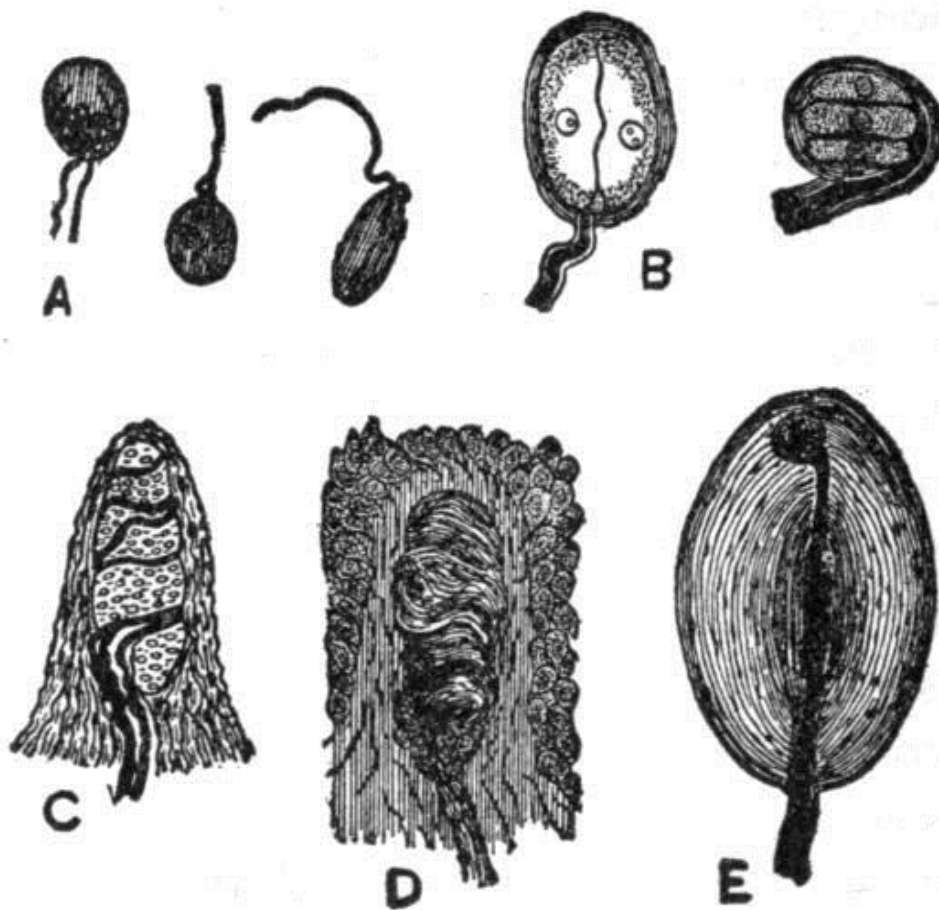


Рис. 120. — Различные виды сенсорных тел на концах нервов.

A — из роговицы глаза; B — из языка утки; C, D, E — из кожи пальцев. (Jegi.)

Чувство температуры обеспечивается специальными нервами, называемыми термическими нервами ([эксперимент 2](#)). То, что *термические нервы легко утомляются*, можно заметить вскоре после погружения в ванну с горячей водой; это также подтверждается тем фактом, что в холодных странах нос или уши человека могут замерзнуть, а он этого не почувствует.

Мышечное чувство. — *Специальное чувство осязания дает некоторое ощущение веса.* Вес на коже должен быть увеличен на одну треть, прежде чем он станет ощущаться тяжелее, но при поднятии предмета, чтобы *задействовать мышечное чувство, находящееся в нервах, заканчивающихся в мышцах*, можно заметить увеличение всего на одну семнадцатую от первоначального веса ([эксперимент 3](#)). Это чувство дает нам постоянную *информацию о положении конечностей* ([эксперимент 4](#)).

Конечные органы вкуса расположены в сосочках языка. Язык имеет пушистый вид из-за многочисленных сосочков.

Основных вкусов только четыре: сладкий (ощущается главным образом кончиком языка), кислый и соленый (боковыми частями языка), горький (ощущается задней частью языка) ([эксперимент 5](#)).

Нервы обоняния заканчиваются в слизистой оболочке верхней половины двух носовых полостей; *волокна распределены по верхней части стенок*. Прямой поток воздуха не проходит так высоко, как эти нервные окончания; поэтому вдыхание помогает восприятию запахов. Это чувство способно вызывать ассоциации с ранним детством сильнее, чем любое другое чувство. Запах цветка, подобного тому, что рос в старом саду, может почти полностью восстановить сознание прошлого. *Мы ощущаем только газы*; твердые и жидкие вещества не могут воздействовать на эту пару нервов ([эксперимент 8](#)).

Вкусы. — Вкусы, которые мы называем ароматами, на самом деле являются запахами. Мы путаем их со вкусом, потому что они сопровождают пищу, которая находится во рту. Назовите некоторые продукты, которые кажутся «безвкусными», когда у человека сильная простуда. Почему так происходит? Некоторые из самых отвратительных лекарств можно легко проглотить, если зажать нос ([эксперименты 6 и 7](#)).

Гигиена вкуса и обоняния. Дикарь или животное используют вкус и обоняние, чтобы определить, пригодно ли что-либо для еды. Если чувства цивилизованного человека не извращены и он ест только простую пищу, имеющую приятный вкус, она не нанесет ему вреда и не вызовет болезни. Ядовитые вещи обычно имеют неприятный вкус и часто неприятный запах. Эти чувства по своей природе обладают удивительной тонкостью. Их можно развить до еще более замечательной степени, а можно притупить и почти уничтожить. Хронический катар притупляет или уничтожает обоняние. Потеря или даже ослабление восприятия вкусов наносит ущерб работе тесно связанного с ним чувства вкуса. Когда человек теряет способность наслаждаться тонким вкусом, он хочет, чтобы еда была сильно приправлена и имела более выраженный вкус, чтобы она не казалась ему пресной. Все должно быть либо очень жирным, либо очень сладким, либо очень соленым, либо очень кислым, чтобы удовлетворить его дегенеративные чувства. Пшеница, кукуруза и другие зерновые культуры имеют свой приятный вкус, но такие люди должны добавлять в хлеб сало, потому что они не способны оценить ничего, что имеет тонкий вкус. В Англии () масло не солят и наслаждаются его тонким вкусом; в Америке соль добавляют для его консервирования, и большинство людей стали предпочитать сильный вкус соленого масла тонкому вкусу чистого масла и не любят его, если его истинный вкус не частично скрыт вкусом соли ([Exp. 9](#)).

Обман вкусовых ощущений. — Привычка употреблять наркотические вещества, такие как *чай* и *кофе*, обычно начинается с того, что неприятный горький вкус вещества маскируется добавлением сахара, сливок и других приятных ингредиентов. Лакрица иногда смешивается с *табаком*, чтобы ослабить его резкий вкус. *Чистый алкоголь* никогда не будет пить тот, кто хоть немного уважает свое вкусовое восприятие, но приятный аромат винограда, яблок и других фруктов, который остается в вине, сидре и бренди, скрывает отталкивающий вкус алкоголя. *Пиво* имеет безвкусный привкус зерна, подвергшегося разложению или частичному гниению, и к нему добавляют хмель, потому что его сильный горький вкус необходим для маскировки прогорклого, протухшего вкуса сгнившего зерна. *Эггног* изготавливают из яиц, питательного продукта; сахара, имеющего приятный вкус; воды, освежающего напитка, и алкоголя, огненного яда. Очень хороший эггног часто готовят без алкоголя, но хороший эггног трудно приготовить, если исключить какие-либо из приятных ингредиентов. Лучший эггног готовят, используя свежий сок лимона, апельсина или винограда вместо алкоголя.

Влияние наркотиков. Табак, алкоголь, опиум и другие наркотики притупляют вкусовые и обонятельные ощущения и мешают наслаждаться тонким вкусом. Они достигают этого как за счет своего воздействия на мозг, так и на сами нервы.

Неправильно есть пищу, которая не нравится. Неприятная на вкус пища вряд ли будет хорошо усваиваться. Закон организма гласит, что *пища, которая нравится больше всего, усваивается лучше всего*. Это относится к голодному человеку, который ест пищу с ее собственным честным вкусом, а не к пище, замаскированной вкусом чего-то другого. Это правило не относится к вкусу, извращенному принудительным привыканием к ядовитым веществам. Люди, которые медленно жуют пищу, больше всего наслаждаются вкусом и лучше всего переваривают пищу. Нервы вкуса и обоняния легко утомляются. Первый вздох из флакона одеколона является самым сильным. Пищу с сильным вкусом следует употреблять в умеренных количествах, если мы хотим получить от нее максимальное удовольствие.

Вопросы для размышления. **1. Вмешательство в работу организма.** Каково естественное направление роста большого пальца ноги? **2.** Приведите шесть прямых или косвенных негативных последствий, которые могут возникнуть в результате его смещения из-за ношения тесной обуви ([с. 48](#)). **3.** Какую часть позвоночника, созданную бесконечной мудростью как наиболее гибкую, некоторые люди пытаются сделать наиболее негибкой? **4.** Подвижность ложных и плавающих ребер была задумана как благословение (). Некоторые люди интерпретируют это благословение как возможность делать что? **5.** Назовите шесть продуктов, которые предупреждают нас о необходимости избегать их из-за их горького, жгучего или вызывающего тошноту вкуса, но которые все же употребляются людьми. **6.** Назовите шесть чувств, которые предназначены для предупреждения и руководства, но которые обычно игнорируются.

Глаза на лучах морской звезды представляют собой просто пигментные пятна. У насекомых в глазах есть линзы. Глаза позвоночных сформированы по тому же общему принципу, что и человеческий глаз.

Глазные яблоки представляют собой шары диаметром около одного дюйма. Они расположены в глубоких костных гнездах, называемых *орбитами*, в передней части черепа.

Зрительный нерв, другие нервы и несколько крупных кровеносных сосудов проходят к глазу через отверстие в задней части орбиты. За глазным яблоком в орбите находится мягкая жировая подушка. Давление на глазное яблоко заставляет глаз погружаться в глазницу, поскольку жир поддается давлению. Это служит защитой для глаза.

Веки защищают глаза от пыли, а иногда и от света. В этом им помогают ресницы.

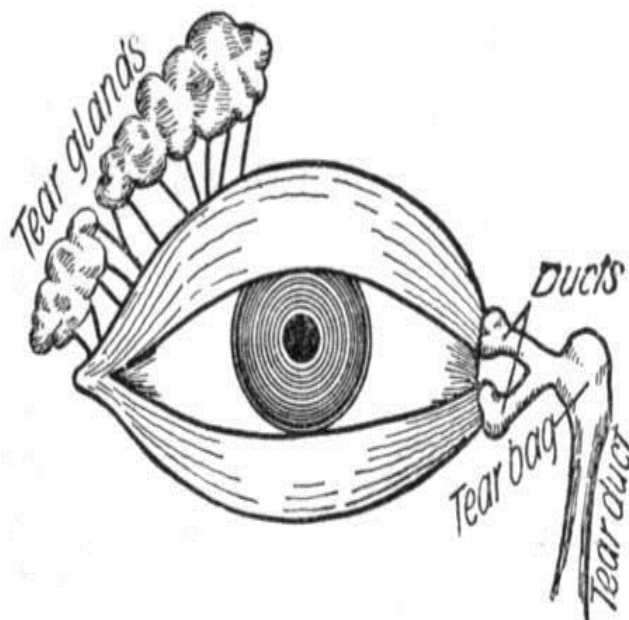


Рис. 121. Слезная железа и протоки правого глаза. (Jegi.)

Слезы образуются *слезными железами*, расположенными над глазным яблоком в той части глазницы, которая находится дальше всего от носа, прямо под костным надбровьем, где оно наиболее острое ([рис. 121](#)). Они имеют размер миндалины. Соленая жидкость постоянно выделяется из слезных желез и проходит по глазному яблоку; она поступает в нос через *носовой проток* ([рис. 121](#)). Слезы попадают в этот канал через *два небольших протока*, которые открываются в глазу в небольшом мясистом возвышении во внутренних углах глаза () ([рис. 121](#)). Открытие одного из протоков можно увидеть, посмотрев в зеркало. Иногда эти протоки забиваются, что приводит к так называемому «слезоточивому глазу». Временная закупорка может произойти во время простуды.

Слезы предотвращают трение между глазом и веком. Моргание наносит слезы на глазное яблоко. Небольшие железы по краям век образуют своего рода масло, которое обычно предотвращает стекание слез по векам. Иногда эта маслянистая секреция бывает настолько обильной, особенно во время сна, что веки склеиваются. Слизистая оболочка век продолжается в виде прозрачной мембраны (конъюнктивы), которая проходит по передней части глазного яблока.

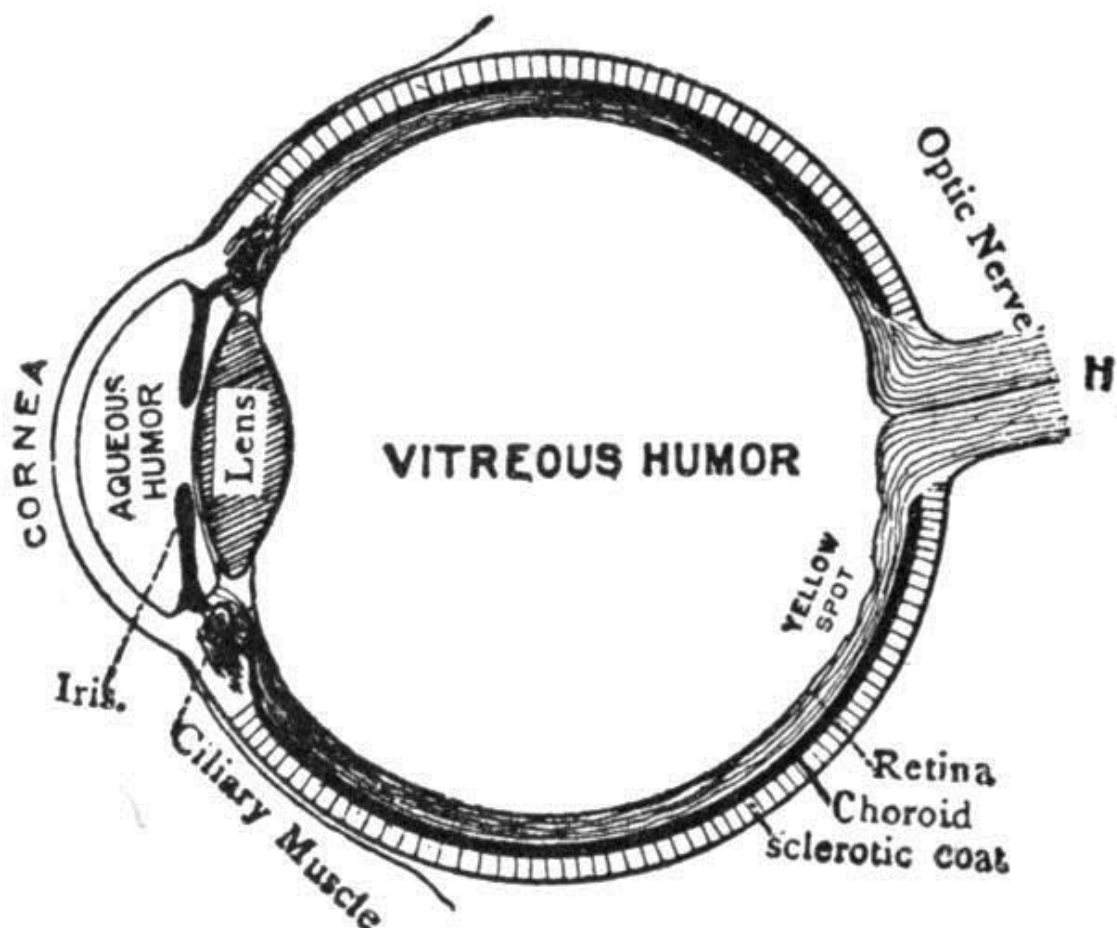


Рис. 122. АНАТОМИЯ ГЛАЗА.

Глазное яблоко состоит из внешней стенки и мягкого содержимого ([рис. 122](#)). Стенка имеет три слоя или оболочки. Внешняя оболочка — прочная *склера* (греч. *skleros* — твердый), состоящая из плотной соединительной ткани ([эксперимент 14](#)). Она придает главному яблоку прочность и упругость. Она видна между веками как «белок глаза». Она белая и непрозрачная, за исключением передней части, где она выпячивается, образуя прозрачную *роговицу*. Эту прозрачную часть стенки можно увидеть, глядя на глаз другого человека сбоку.

Вторая оболочка, называемая *хориоидеей*, состоит из кровеносных сосудов и рыхлой соединительной ткани, содержащей много темно-коричневых или черных пигментных гранул. Хориоидея поглощает лишний свет. Глаза кошек светятся ночью, потому что эта оболочка в их глазах отражает часть света. Хориоидея отделяется от склеротической оболочки в передней части глаза и образует цветную *радужную оболочку*. Радужная оболочка делает глаза красивыми, а также выполняет полезную функцию регулирования количества света. Отверстие в радужной оболочке называется *зрачком* ([эксперимент 15](#)).

Третий и самый внутренний слой, чувствительный розоватый слой, называемый *сетчаткой*, является наиболее важной и характерной тканью глаза. Он принимает лучи света и удерживает изображение в течение доли секунды ([эксперимент 11](#)). Поэтому изображения в кинетоскопе ([рис. 123](#)) выглядят как одно движущееся изображение. Сетчатка состоит в основном из волокон зрительного нерва. Этот нерв содержит около пятисот тысяч волокон и входит в заднюю часть глазного яблока. Место, где он входит, не содержит нервных окончаний и не чувствительно к свету. Оно называется *слепым пятном* (). Место, на которое чаще всего падает свет, наиболее чувствительно к свету. Это *желтое пятно* ([рис. 122](#)).

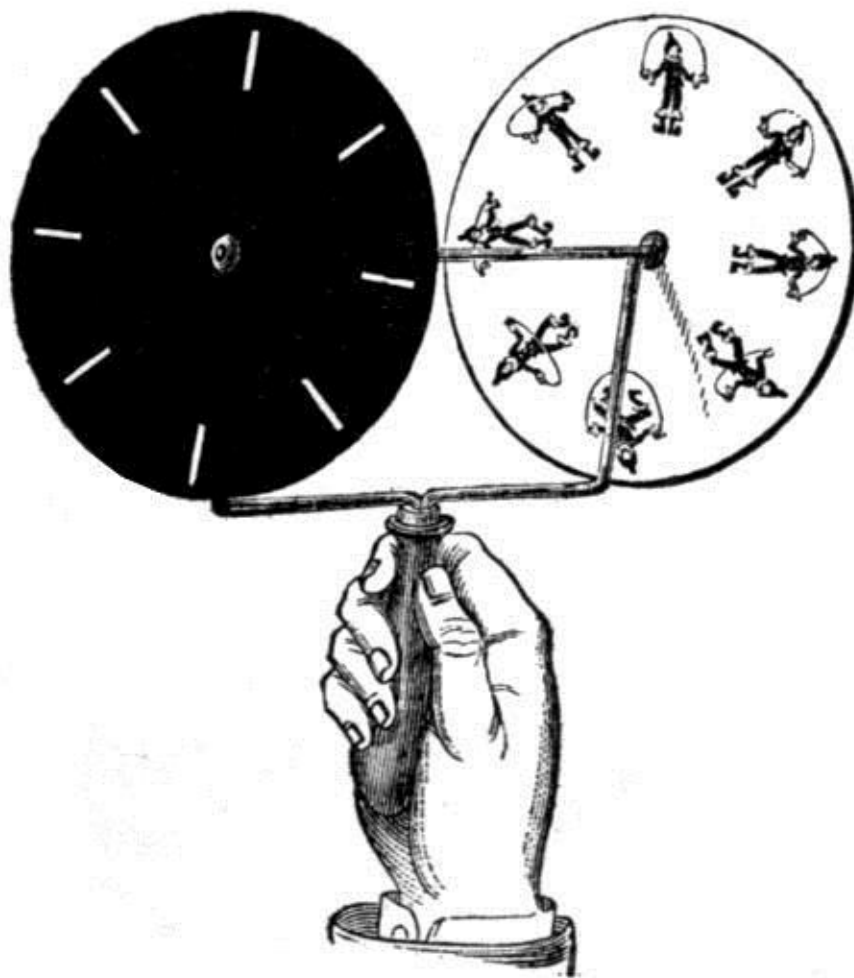


Рис. 123. Стробоскоп, прототип кинетоскопа. Наблюдатель смотрит через щели быстро вращающегося диска, и новое изображение попадает на сетчатку, прежде чем исчезнет предыдущее. Сравните изображения на рисунке.

Тест на слепое пятно. В этом эксперименте закройте правый глаз и постарайтесь не шевелить левым глазом.

* Прочитайте эту строку медленно. Вы видите звезду все время? (Если да, то поднимите книгу выше или опустите ниже и повторите.)

Внутри оболочек глаза, как мякоть внутри кожуры апельсина, находится мягкое содержимое, разделенное на три части. Первая часть — это водянистая жидкость в передней части, которая служит для поддержания выпуклости роговицы ([рис. 122](#)). Она называется *водянистой влагой*. Основная полость шара заполнена прозрачной желеобразной субстанцией, называемой *стекловидным телом*, которая служит для поддержания выпуклости шара. За радужной оболочкой, отделяя два вышеупомянутых тела, находится *хрусталиковая линза*, красивая прозрачная линза, выпуклая или закругленная с обеих сторон ([эксперимент 14](#)). Она служит для фокусировки света на сетчатке, тем самым формируя изображения внешних объектов.

Глаз, как и фотоаппарат, имеет темную оболочку, хориоидею; сетчатка соответствует светочувствительной пластине, а хрусталиковая линза фокусирует лучи на ней и формирует изображение.

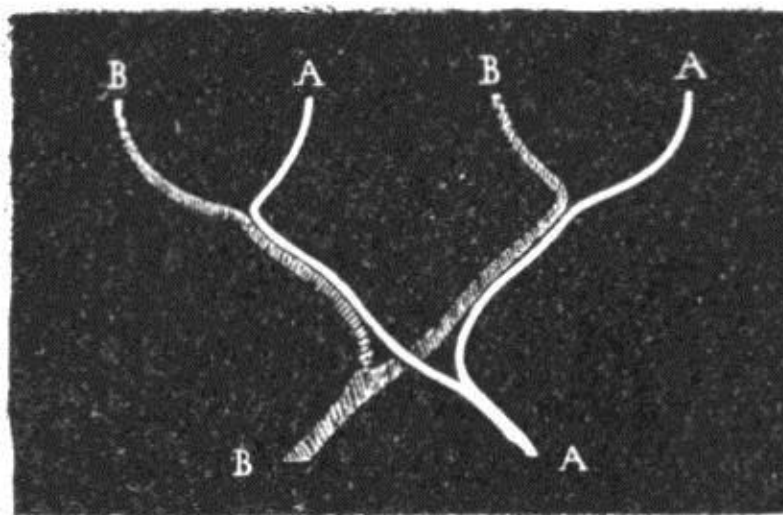


Рис. 124. ПЕРЕКРЕЩИВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНЫХ НЕРВОВ, показывающее, что один нерв достигает одной и той же половины обоих глаз.

Путь света в глазу. Свет проникает через прозрачную роговицу и проходит через водянистую влагу. Проходя через зрачок, радужная оболочка блокирует весь ненужный свет. Хрусталик принимает пропущенный свет и изгибает лучи таким образом, что к моменту прохождения через стекловидное тело они падают на сетчатку точно так, как нужно для формирования крошечного изображения всего, что находится снаружи ([эксперимент 11](#)). Хориоидея поглощает весь свет, проходящий через сетчатку. Радужная оболочка и хориоидея альбиносов не содержат пигмента, поэтому альбиносы щурят глаза, чтобы заблокировать часть света.

Аккомодация. Чтобы сфокусировать свет на сетчатке, хрусталик должен изменять свою форму при каждом изменении расстояния до рассматриваемого объекта (см. [рис. 125](#)). Форма хрусталика может легко изменяться, поскольку он эластичен и имеет мышечные волокна по краям ([эксперимент 17](#)).

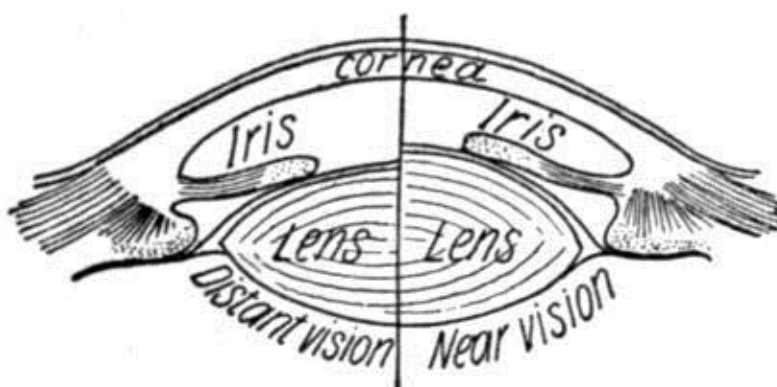


Рис. 125. Изменение хрусталика при аккомодации. (Jegi.)

Дефекты глаза. Некоторые глазные яблоки слишком длинные, и хрусталик фокусирует лучи до того, как они достигают сетчатки. Такие глаза *близоруки* ([рис. 126](#)) и требуют очков с вогнутыми линзами. Некоторые глазные яблоки слишком плоские, и лучи не фокусируются достаточно быстро. Такие глаза *дальнозорки* и требуют очков с выпуклыми линзами. См. [рис. 127](#). (Повторите [эксперимент 15](#).)

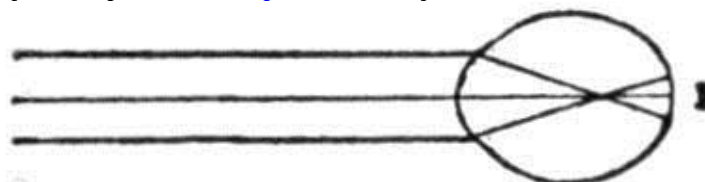
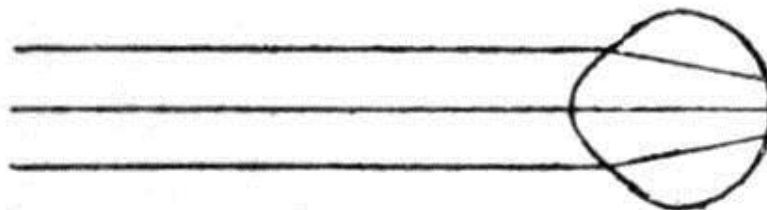
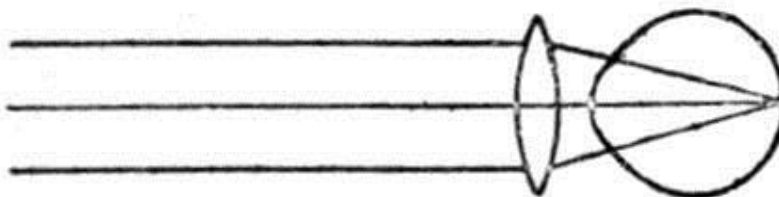


Рис. 126.—(1) Близорукий
(2) при использовании



лько на близких объектах

Рис. 127. — Дальнорезкий
лучей на сетчатке.



1 линза для фокусировки

Уход за глазами. Поскольку глаза могут выполнять большую работу без боли, их часто перенапрягают. При чтении или выполнении сложной работы время от времени отводите взгляд от работы и смотрите на какой-нибудь удаленный объект; прекращайте работу до того, как глаза устанут. Сумерки раннего вечера испортили много хороших глаз. Вы всегда должны прекращать работу до наступления сумерек, поскольку свет угасает так постепенно, что вы наверняка будете напрягать глаза, не замечая этого. Не работайте при свете спереди; яркий свет делает предметы тусклыми. Свет должен падать сверху и (для правой) слева. Не читайте газеты или книги, напечатанные мелким шрифтом. Не следует читать во время выздоровления после болезни, с опущенной головой, когда глаза болят, в трясущихся автомобилях. Нагревание глаз горелкой или высушивание глазных яблок в сухой, нагретой печи атмосфере, использование света без абажура вызывают проблемы со зрением у школьников. Что часто является признаком покраснения глаз? Наши глаза лучше всего приспособлены для видения на расстоянии, потому что первобытные люди не имели домов, книг, швейных изделий. Для видения близких объектов требуется усилие, чтобы сформировать линзу. Большинство случаев близорукости начинается, когда детей учат читать в возрасте до восьми лет. Глаза иногда повреждаются из-за употребления табака.

Вопросы для размышления. **Глаз.** 1. Глаз защищен от ударов костными выпячиваниями ____, ____ и _____. 2. Волоски бровей наклонены в сторону ____, чтобы отводить ____ от _____. 3. Я обнаружил, что, закрыв глаза, я (могу или не могу?) видеть положение окна. 4. Зрачок кажется черным, потому что из внутренней стенки глаза не проникает _____. Я знаю, что радужная оболочка частично состоит из мышц, потому что она ____ размер ____.

Звук. — Все, что излучает звук, делает это путем вибрации, или очень быстрого колебания вперед и назад. Например, вибрирующая струна скрипки заставляет каждую частицу воздуха рядом с ней колебаться вперед и назад. Ближайшие частицы воздуха ударяются о соседние и отскакивают назад, те, в свою очередь, ударяются о другие, и таким образом вибрации, называемые звуковыми волнами, распространяются в пространстве во всех направлениях от звучащего тела. Мы ощущаем эти волны ухом.

Ухо состоит из трех частей: *наружного уха, среднего уха (или барабанной полости) и внутреннего уха (или лабиринта, см. [рис. 128](#))*. Черепно-мозговой нерв, соединяющий ухо с

мозгом, называется *слуховым* нервом. Наружное и среднее ухо () передают колебания воздуха к концам волокон слухового нерва во внутреннем ухе.

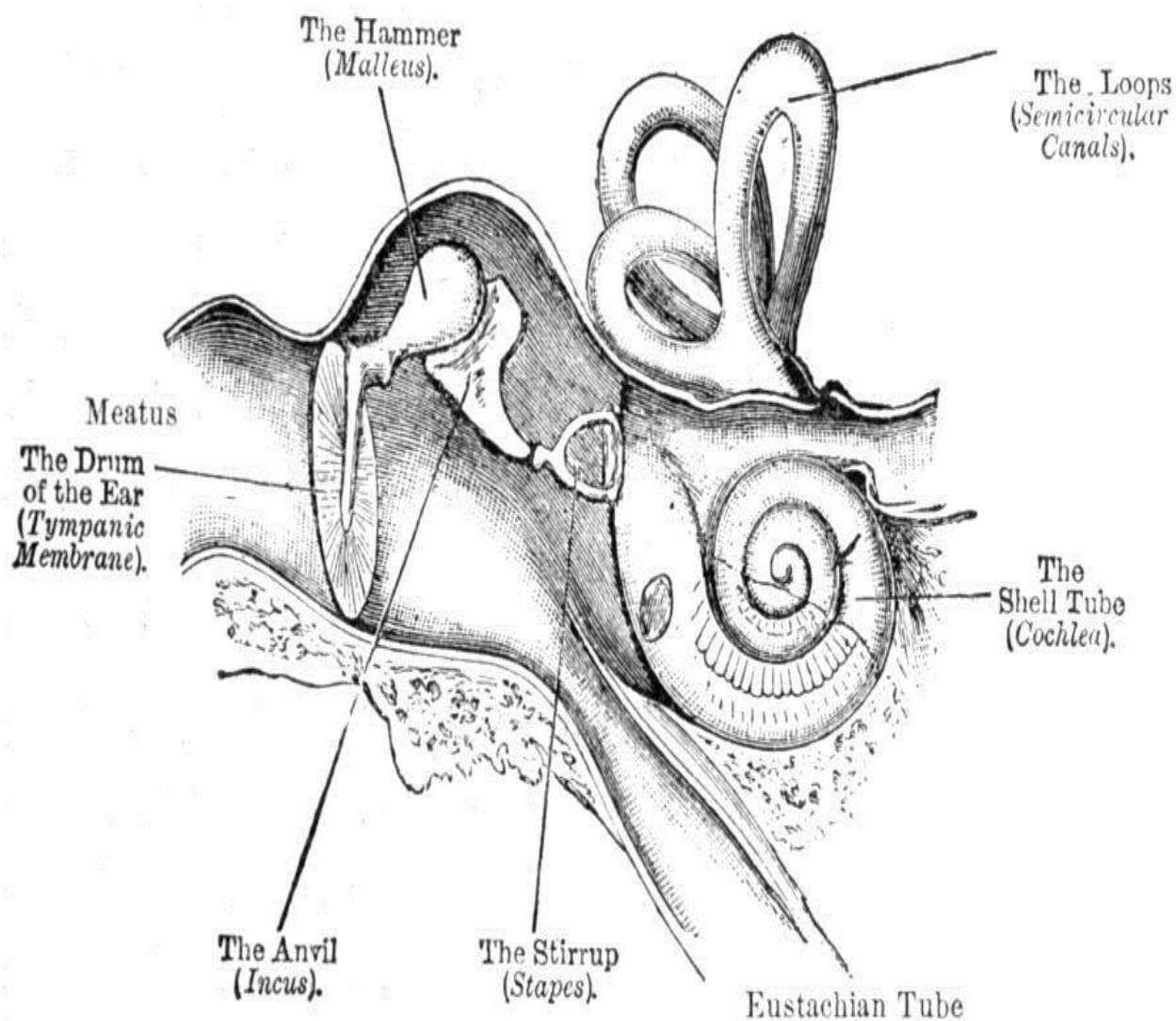


Рис. 128. — Среднее и внутреннее ухо (сильно увеличенные).

Наружное ухо состоит из большого морщинистого *хряща* на внешней стороне головы и *канала*, ведущего от него, называемого *слуховым проходом*. Этот проход закрыт на внутреннем конце барабанной перепонкой или *барабанной мембраной*. Ее часто называют барабаном, но это название правильно применять ко всему среднему уху (). Эксперимент покажет, что барабанную мембрану невозможно увидеть даже при помощи яркого света, поскольку проход слегка изогнут (см. [рис. 128](#)). Поэтому летящий предмет или насекомое не могут попасть прямо в барабанную перепонку. Кожа, выстилающая этот проход, содержит *восковые железы*, которые выделяют горький липкий воск, помогающий сохранять гибкость прохода. Этот воск улавливает пыль и обычно останавливает насекомых, которые могут попасть внутрь. Если насекомое попало в ухо, его часто можно выманить ярким светом, поднесенным близко к уху. Ушная сера в здоровом ухе высыхает вместе с пылью и чешуйками эпидермиса и выпадает хлопьями, очищая ухо. Неразумно прощупывать ухо твердым предметом или даже углом полотенца. Не нужно вставлять палец в ушной проход для его очистки; его длина составляет один дюйм, но ширина — всего около четверти дюйма. (Какого размера мизинец?) Хрящевые уши по бокам головы следует тщательно мыть из-за множества щелей. Если ушная сера откладывается слишком быстро, это

вызывает временную глухоту и боль в ушах. Ее можно вымыть теплой водой. Боль в ушах обычно вызвана небольшим нарывом, который требует времени, чтобы пройти самостоятельно, лопнув. Теплая вода, влитая в поднятое ухо, или горячие фланелевые компрессы, приложенные к боковой части головы, уменьшают страдания. Каждое ухо имеет три мышцы для его движения. Когда-то они, несомненно, были полезны для всех, но, как и мышцы кожи головы, они настолько ослабли от неиспользования, что стали бесполезными для большинства людей. Они являются рудиментарными органами.

Среднее ухо, или барабанная полость, содержит воздух ([рис. 128](#)). Оно отделено от наружного уха барабанной перепонкой. В нем находятся три кости, которые проходят поперек него и проводят звуковые волны от барабанной перепонки к внутреннему уху. Укажите порядок, в котором они расположены (см. [рис. 128](#)). Среднее ухо соединено с глоткой трубой (*евстахиевой трубой*; произносится как «ю-стаки-ан», см. [рис. 128](#)). Эта труба открывается каждый раз, когда мы глотаем. Она позволяет воздуху из горла поступать в среднее ухо и поддерживать равное давление воздуха по обе стороны барабанной перепонки. Эта труба и среднее ухо выстланы слизистой оболочкой.

Простуда головы или боль в горле могут распространяться через эту трубу в среднее ухо и влиять на слух. Это происходит потому, что труба закрывается из-за заложенности ее слизистой оболочки; воздух среднего уха может частично всасываться, а давление внешнего воздуха может вызвать выпячивание барабанной перепонки внутрь и ее натяжение настолько, что она не может свободно вибрировать.

Внутреннее ухо называется *лабиринтом* из-за его извилистых проходов. В нем есть спиралевидный проход, называемый *улиткой*, и три более простых прохода, называемых *петлями* ([рис. 128](#)). Внутреннее ухо заполнено прозрачной жидкостью, которая передает вибрации к *концам слухового нерва*, находящегося в улитке. Если слуховой нерв или лабиринт поражены заболеванием, глухота, вероятно, неизлечима. Хинин и другие лекарства могут вызывать глухоту.

Чувство равновесия. Некоторые волокна слухового нерва заканчиваются в петлях и, как полагают, не используются для слуха. Считается, что каждая петля действует как уровень плотника, и изменение давления жидкости на нервы в петлях сообщает нам о положении тела и составляет чувство равновесия. Сколько таких петель в каждом ухе? ([Рис. 128.](#))

ГЛАВА X

БАКТЕРИИ И САНИТАРИЯ

Эксперимент 1. Дрожжевые растения. С помощью микроскопа исследуйте каплю воды из стакана, в котором вы промыли виноград или яблоки ([рис. 129](#)).

Эксперимент 2. Брожение. Добавьте в воду столовую ложку сахара и поставьте стакан в теплое место на день или два. Видите ли вы пузырьки газа? Изменились ли запах и вкус? Видно ли в микроскопе, что дрожжевых грибков стало больше? В результате брожения, или роста дрожжей в сахаре, сахар превращается в углекислый газ и спирт.

Эксперимент 3. Санитарная карта. Составьте санитарную карту вашего района. Отметьте дома, в которых были случаи туберкулеза, брюшного тифа или других инфекционных заболеваний, с указанием количества случаев. Отметьте места скопления стоячей воды, где размножаются комары, мусорные свалки, грязные улицы. Предложите, где можно улучшить дренаж, уменьшить загрязнение, шум, обеспечить больше солнечного света, тени и т. д.

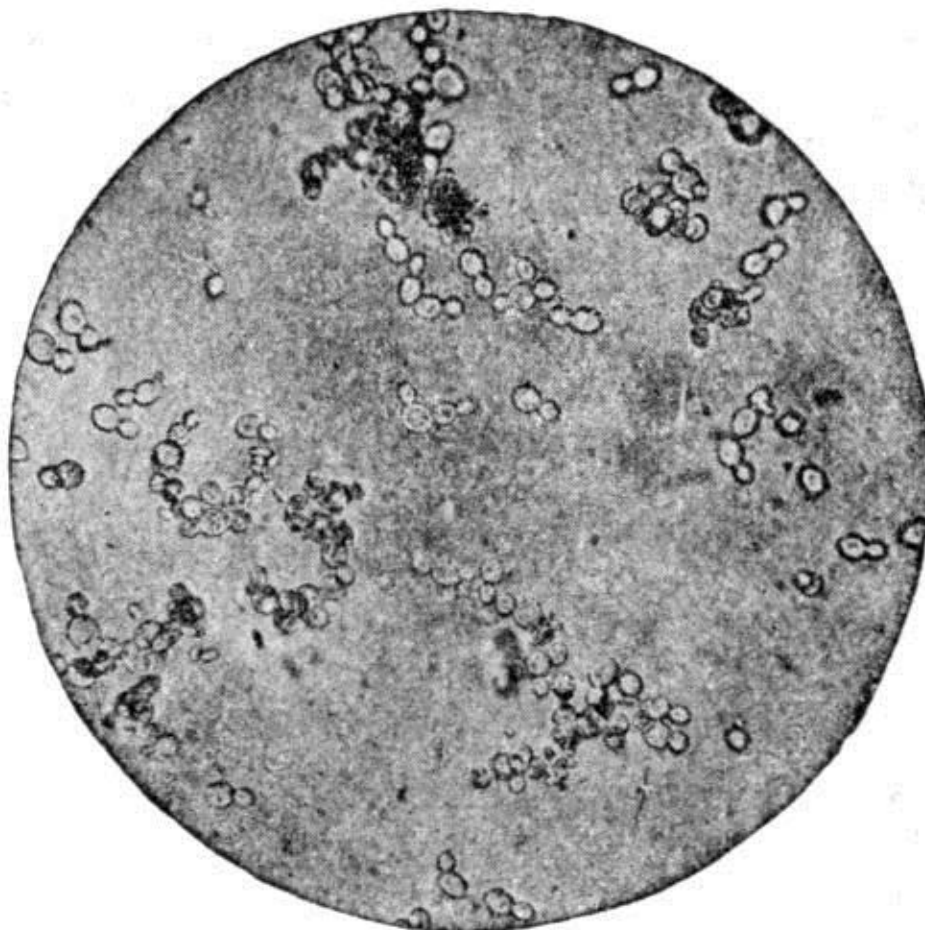


Рис. 129. ДРОЖЖЕВЫЕ КЛЕТКИ, увеличенные в 200 раз по диаметру или в 40 000 раз по площади. Дрожжевые организмы размножаются почкованием. Обратите внимание на маленькие клетки, растущие на более крупных и старых.

Бактерии, или микробы, самые маленькие живые организмы, видны только под микроскопом высокой мощности. (См. «Биология растений», [стр. 182](#).) Они получают пищу либо из мертвых тканей, либо из дегенеративных тканей живых растений и животных (). Зеленые растения и животные, обитающие сейчас на Земле, доказали свою *приспособленность к выживанию*, успешно сопротивляясь этим одноклеточным растительным микробам, или бактериям. Микробные заболевания поражают только более

слабых представителей человеческого рода или тех, кто отправился в регионы, где обитают микробы, к которым их организм еще не приобрел способности сопротивляться.

Полезность бактерий. Их основная функция заключается в разрушении мертвых тканей и возвращении их в почву и воздух для повторного использования зелеными растениями, иначе земля была бы заполнена трупами и т. д. Они незаменимы в процессе образования почвы. Они придают приятный вкус маслу и сыру и вызывают скисание молока. Бактерия в форме палочки называется *бациллой* ([рис. 130](#)), а шаровидная — *кокком*.

Размножение бактерий. — Происходит путем деления или *расщепления*. Иногда вместо деления появляется небольшая округлая масса, известная как *спора*. Спора вырывается наружу, а сама бактерия погибает. Виды, которые не производят споры, легко уничтожаются, но споры имеют твердую, прочную оболочку и могут быть высушены или нагреты даже до кипения, не погибая. Споры переносятся по воздуху и дают начало новым колониям. *Большинство распространенных бактерий лучше всего растут при температуре от 70 до 95 °F*. Они затрудняют хранение продуктов, особенно белковых (сыр, постное мясо, яйца и т. д.). При температуре ниже 70 °F и выше 125 °F продукты портятся медленно, если портятся вообще. Прямой солнечный свет или температура кипящей воды (212 °F) убивают бактерии, но не споры. Кладовые, кухни и палаты для больных должны иметь светлые стены и быть максимально освещенными. Кипящую воду следует выливать в раковину, а кухонные полотенца тщательно стирать в кипящей воде.

Болезни, вызываемые бактериями. — Бактериальные заболевания обычно частично или полностью вызываются веществами, называемыми токсинами, которые производятся бактериями. Большинство болезнетворных микроорганизмов поражают один орган организма. *Дифтерия* вызывается бактерией ([рис. 130](#)), которая размножается на слизистой оболочке горла; этот микроорганизм производит сильный токсин. Возбудители *брюшного тифа* ([рис. 131](#)) и *азиатской холеры* размножаются в тонком кишечнике. В обоих этих заболеваниях источником инфекции являются диарейные выделения из пищеварительного тракта. Мухи могут переносить возбудителей на своих лапках от выделений к пище. Иногда случаи брюшного тифа возникают по всему городу из-за загрязнения водоснабжения сточными водами. Случаи заболевания могут возникать только в семьях, которые покупают молоко в определенной молочной ферме, потому что молочные бидоны были вымыты в загрязненной воде. При уходе за больным брюшным тифом все подозрительные материалы должны быть продезинфицированы или сожжены. Микробы *туберкулеза* (называемого *чахоткой*, если болезнь поражает легкие) могут переноситься по воздуху. Однако недавние исследования показывают, что инфекция обычно происходит через пищеварительный тракт: микробы проглатываются, затем всасываются и попадают в легкие с кровью или лимфой. Чтобы пациент не заразил себя повторно в новых частях легких или в других местах, он должен тщательно чистить зубы, рот и горло (полоскать горло формалином или лизолом) перед едой.



Рис. 130. — ДИФТЕРИЙНАЯ ПАЛОЧКА.

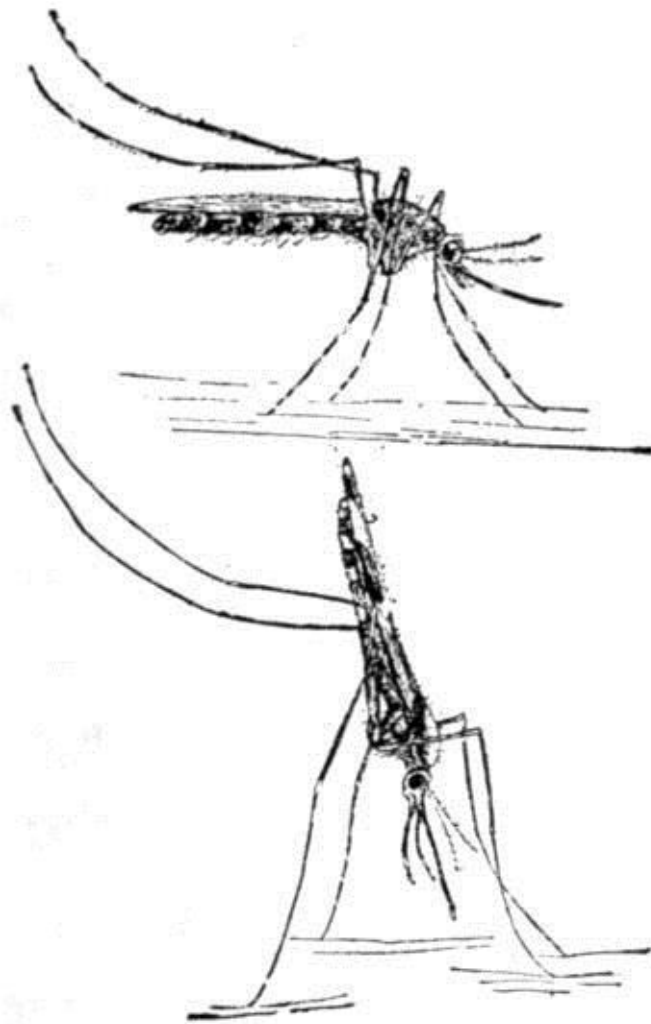


Рис. 132. — Кулекс или обыкновенный комар, сверху (возможно, переносчик лихорадки денге). Анофелес или малярийный комар, внизу (не всегда инфицирован). Тело малярийного комара никогда не находится параллельно опоре (если только у него не отсутствует ножка); у него пять длинных придатков на голове, у кулекса (вверху) — только три. (Рисунок.)

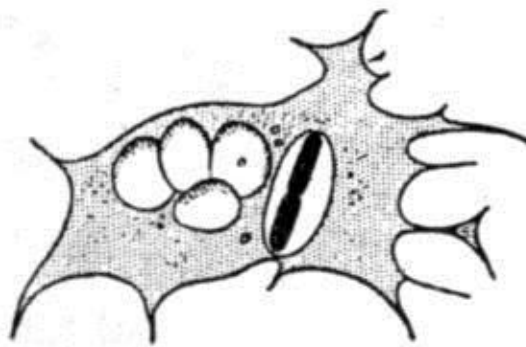


Рис. 133. Защитный белый кровянистый телец (фагоцит), переваривающий микроба.

Комариные лихорадки. *Малярия, желтая лихорадка и, вероятно, денге* передаются разными родами комаров ([рис. 132](#)). Комар рода малярийных может укусить больного и всасывать в свое тело кровяные тельца, содержащие споры малярийного паразита (простейшее животное, см. «Биология животных», [стр. 7](#)). Затем спора (на другой стадии) может быть передана этим комаром, когда он укусит другого человека. Микроб попадает в красный кровяной телец, растет и в конце концов делится на множество маленьких спор. В этот момент сам кровяной телец разрушается, высвобождая в кровь споры и образовавшийся токсин. Это вызывает озноб и лихорадку. Это развитие обычно занимает сорок восемь часов, поэтому лихорадка возникает через день. Эти комары *начинают летать в сумерках*. Как их распознать? ([Рис. 132.](#)) Их следует не допускать в дома с помощью сеток или от кроватей с помощью москитных сеток. На места размножения следует выливать керосин из расчета одна унция на пятнадцать квадратных футов стоячей воды. Это следует повторять два раза в месяц. Можно использовать кактус, вымоченный в воде, который образует постоянную пленку на воде. Застоявшиеся лужи можно засыпать или осушить (Эксперимент 4). *Пациенты, больные малярией, должны сами проходить скрининг, так как они являются основным источником опасности для окружающих*; ведь только комары, которые питаются кровью больных малярией, передают эту болезнь. Даже в этом случае она передается только тем, чьи лейкоциты не способны защитить их ([рис. 133](#)).

Дополнительные средства защиты от болезнетворных микроорганизмов. Лучшая защита — это физическая сила. В плазме крови людей, устойчивых к болезням, содержатся определенные вещества, называемые *опсонинами*; эти опсонины придают белым кровяным тельцам способность поглощать болезнетворные микроорганизмы. В сыворотке крови также вырабатываются антитоксины, которые нейтрализуют токсины, образующиеся при заболевании. Не только лейкоциты и сыворотка крови могут убивать бактерии, но и большинство выделений здорового организма (желудочный сок, носовые выделения и т. д.) также обладают бактерицидным действием. Люди с ослабленным здоровьем наиболее подвержены заболеваниям. Переедание может ослабить бактерицидную способность желудочного сока, а малоподвижный образ жизни — лимфы. Одно и то же инфекционное заболевание обычно не поражает одного и того же человека дважды, поскольку организм приобретает иммунитет, то есть вырабатывается опсонин или антитоксин, который излечивает первое заболевание и остается в организме для защиты в будущем.

Периоды карантина или изоляции для нескольких распространенных инфекционных заболеваний приведены в следующей таблице:

С МОМЕНТА ЗАРАЖЕНИЯ ДО ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ СИМПТОМОВ	НАЗВАНИЕ БОЛЕЗНИ	ПАЦИЕНТ НАХОДИТСЯ ИНФЕКЦИОНЕН ДЛЯ ОКРУЖАЮЩИХ
Дифтерия	2 дня	14 дней после исчезновения мембраны

Свинка	10-22 дня	14 дней с момента начала заболевания.
Скарлатина	4 дня	До полного исчезновения шелушения.
Оспа	12-17 дней	До полного отпадения струпьев.
Корь	14 дней	3 дня до появления высыпаний до прекращения шелушения и кашля.
Брюшной тиф	11 дней	До прекращения диареи.
Коклюш	14 дней	3 недели до и 3 недели после начала приступов кашля.

Водоснабжение. — Бактерии более распространены в проточных водоемах, чем в стоячих озерах или водохранилищах (вопреки распространенному мнению). Они наиболее распространены в реках, протекающих через густонаселенные районы. Они сравнительно редки в сухих песчаных почвах и очень многочисленны во влажных суглинистых почвах. Вода в городах никогда не должна браться из рек или озер, в которые попадают сточные воды, если она не прошла тщательную фильтрацию. Фильтры строятся следующим образом: сначала укладывается слой мелких камней, затем слой крупного песка, и в конце — слой очень мелкого песка, общая толщина составляет четыре-пять футов. Полезные микробы живут на песчинках и уничтожают все или почти все опасные микробы, когда вода медленно просачивается через них. Строительство таких водопроводных сооружений, конечно, остается за инженерами-санитарами, и обычному гражданину не нужно знать подробности.

Департамент уборки улиц должен получать добровольное содействие со стороны всех граждан. Банановые кожуры, бумага и т. д. не должны выбрасываться на улицу или школьную территорию. Мусор, пепел и отходы должны складываться в отдельные контейнеры, как того требуют правила. Мусорные баки, если их не чистить тщательно, приобретают неприятный запах и становятся местом размножения мух и бактерий. Их следует тщательно мыть очень горячей водой с добавлением соды, ошпаривать кипятком и чистить старой метлой.^[11]

^[11] Основными **дезинфицирующими средствами** являются: *свежий воздух, солнечный свет, тепло, формальдегид* и т. д. Проветривание и просушка на солнце уничтожают некоторые микробы в постельном белье и одежде так же эффективно, как и химические вещества. Кипячение и обработка паром являются лучшими способами применения тепла. *Формальдегид* — летучая жидкость. После того как комната запечатана и все щели заклеены полосками бумаги, к замочной скважине подсоединяется специально сконструированный генератор, и комната остается закрытой в течение 12 часов. *Хлорид ртути* (сублимированная ртуть) используется в пропорции 1 часть на 1000 частей воды для дезинфекции загрязненной одежды, полотенец, посуды, хирургических инструментов и ран. Вместо этого можно использовать 5-процентный раствор *карболовой кислоты*, но он не так эффективен в качестве бактерицидного средства.

Основные обязанности Департамента здравоохранения: карантинная изоляция и дезинфекция с целью предотвращения или контроля заразных и инфекционных заболеваний; инспекция молочных заводов, скотобоен и других санитарных работ; инспекция молока^[12] и других продуктов питания; департамент собирает статистические данные о рождаемости и смертности; он обеспечивает соблюдение правил дезинфекции общественных зданий.

^[12] **Молоко** можно стерилизовать кипячением, но кипяченое молоко не усваивается организмом и не является питательным. Молоко можно пастеризовать, погрузив бутылки с молоком в воду, которая поддерживается почти (но не совсем) до температуры кипения (160 °F) в течение пяти минут. Но это делает молоко менее ценным, чем свежее молоко, и уничтожает полезные микробы. Пахта содержит много таких микробов, которые убивают вредные микробы и очищают желудок. Чистота или *асептические условия* гораздо предпочтительнее *антисептиков*.

Важность сотрудничества с департаментом здравоохранения. — Только невежественный и недальновидный человек не будет оперативно и охотно сотрудничать с местными или государственными органами здравоохранения. В интересах и для защиты каждого человека необходимо оперативно сообщать правду о заразных заболеваниях. Только так можно предотвратить вспышки заболеваний и спасти много жизней. Тот, кто скрывает случай заболевания, опасного для общества, является плохим гражданином и

врагом общества. Вспышки смертельных заболеваний можно легко предотвратить или искоренить, если поддерживать сотрудников здравоохранения и выполнять их указания.

УРОКИ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Автор: У. М. Коулман. х + 271 страница. 198 иллюстраций (16 цветных, 13 полностраничных таблиц). 60 центов *нетто*.

В книге «Уроки гигиенической физиологии» изучение физиологии упрощено без ущерба для изложения трех ее основных принципов: биологического принципа окружающей среды, химического принципа окисления и физического принципа энергии. Тема рассматривается с точки зрения здоровья, поскольку это наиболее полезная и интересная точка зрения. Вопрос воздержания рассматривается полно, но в то же время консервативно. Книга полностью иллюстрирована, в ней представлено 198 рисунков, 16 из которых цветные. «Уроки» подходят для учителей, которые считают «Элементы» слишком сложными для своих классов.

ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИОЛОГИИ

Автор: У. М. Коулман. xii + 364 страницы. Очень полный курс по физиологии и гигиене. Богато иллюстрированный черно-белыми и цветными иллюстрациями. 90 центов *нетто*.

Эта книга содержит исключительно большое количество иллюстраций — двести сорок восемь, из которых восемь — полностраничные цветные таблицы. Необходимость в составном микроскопе в значительной степени устраняется шестьюдесятью микроскопическими изображениями клеток и тканей. К книге «Элементы» прилагается *цветной манекен*, на котором показаны все важные органы в их естественном положении по отношению к органам, расположенным перед ними, за ними и вокруг них. Поскольку каждый ученик имеет манекен при изучении каждого урока, он действительно более полезен, чем манекены, которые обычно используются в школах. Эта книга содержит двадцать пять уроков для размышлений, каждый из которых состоит из примерно десяти вопросов, логически развивающих различные линии мысли, а также триста вопросов по прикладной физиологии.

THE MACMILLAN COMPANY

64 и 66 Пятая авеню, Нью-Йорк

БОТАНИКА

Учебник для школ. Автор: Л. Х. Бейли, директор сельскохозяйственного колледжа и профессор сельского хозяйства Корнельского университета. Переработанное и дополненное издание. Иллюстрированное. 12мо. Полукожаный переплет. xiv + 355 страниц. 1,10 доллара США.

В книге *рассматриваются* четыре *темы*: природа растений, взаимосвязь растений с окружающей средой, микроструктура растений и определение видов растений. Каждая из

этих тем является практически самостоятельной, поэтому учитель может начать с любой из них.

Пятьсот иллюстраций в книге являются важной и привлекательной особенностью. Это не просто картинки — это иллюстрации к теме; многие из них являются репродукциями фотографий.

Книгу дополняет *флора*, содержащая описания более шестисот распространенных диких и культурных растений с ключами к естественным порядкам.

УРОКИ С РАСТЕНИЯМИ

Рекомендации по наблюдению и интерпретации некоторых распространенных форм растительности. Профессор Л. Х. Бейли. Иллюстрированное издание. 12то. Полукожаный переплет. xxxi + 491 страница. 1,10 доллара США.

Книга основана на идее, что правильный способ начать изучение растений — это с помощью самих растений, а не с помощью формальных идей или определений. Вместо определения как модели, говорящей ученику, что он должен видеть, растение показывает ему, что нужно видеть, а определение следует за этим. Таким образом, ученик скоро начинает обобщать, и достигнутый вывод является истинным определением.

THE MACMILLAN COMPANY

64 и 66 Пятая авеню, Нью-Йорк

Примечания транскрибатора

Несогласованное и устаревшее правописание, деление слов и т. д. были сохранены, за исключением перечисленных ниже случаев.

В зависимости от аппаратного и программного обеспечения, используемого для чтения этого текста, и их настроек, не все элементы могут отображаться так, как предполагалось. Масштабы и коэффициенты увеличения или уменьшения, указанные в подписях к иллюстрациям, не обязательно являются правильными.

Фронтиспис: две стрелки указывают на яйца (левая стрелка) и птенца (правая стрелка), которые могут быть трудно или невозможно увидеть в этом электронном тексте.

Страница Р 65, подпись к рис. 78: буква f не указана на иллюстрации.

Страница Р 107, (b, рис. 132): буква b не указана на иллюстрации.

Страница Р 111: в тексте упоминается яблочный бутон на рис. 137, в подписи к иллюстрации упоминается абрикосовый бутон.

Страница А 12, рис. 12: иллюстрацию следует читать снизу вверх (или она напечатана в неправильном направлении).

Страница А 16-А 17: в исходном документе нет рис. 20.

Страница А 96: нет подписи или другого объяснения к третьей иллюстрации (лист, плод и насекомое орешника).

Страница Н 8, ... каналы вместо железных дорог для торговли (см. рис. 84): неясно, к какой иллюстрации относится это упоминание; на рис. 84 это различие не показано.

Страница Н 11, ... называемые нервными волокнами (рис. 142): нет рис. 142, и неясно, к какой иллюстрации, показывающей нервные волокна, относится эта фраза.

Страница Н 88, Практический вопрос 6: ссылка на главу VI включена в главу VI и поэтому не имеет гиперссылки.

Страница Н 105, ... свежее молоко представляет собой эмульсию сливок (рис. 98): на рис. 98 показано нечто не имеющее отношения к данному вопросу.

Страница Н 161, Страница Н 161: Застойные водоемы могут быть заполнены или осушены (Эксп. 4): в этой главе есть только три эксперимента; в эксперименте 3 упоминается стоячая вода.

Внесенные изменения:

Сноски, таблицы и иллюстрации были вынесены за пределы текстовых абзацев.

Некоторые незначительные типографские ошибки и пропущенные или лишние знаки препинания были исправлены без указания; там, где это было уместно, подписи к иллюстрациям были стандартизированы. Пробелы, которые необходимо заполнить, были стандартизированы с помощью ряда подчеркиваний.

Страница I ix: номер страницы Р 1 вставлен в оглавление части I, глава 1.

Страница I xi: номер страницы Н 29 (раздел «Скелет») изменен на Н 28.

Страница I xvii: [См. также эксперименты со свечой и дыханием в «Введении в биологию человека»] и соответствующие гиперссылки изменены на [См. также эксперименты со свечой и дыханием в «Основных принципах биологии»] и соответствующие гиперссылки.

Страница Р31: рис. В повернут на 90°.

Страница Р 89: ... в середине с обеих сторон отверстия, ... изменено на ... в середине с обеих сторон отверстия, ...

Страница Р 91: ... таблица на странице **88** ... изменена на ... таблица на странице 88

Страница А8: (Рис. 389.) изменено на (Рис. 390.)

Страница А 42: ... тест с живым червем ... изменено на ... тест с живым червем

Страница А 91: Скобки удалены из ... Где находится скарабей (или священный жук

Страница А93: добавлена подпись к иллюстрациям Рис. 177.

Страница А 94: скобки удалены из (Размер его нервных ганглиев

Страница А 143, подпись к рис. 270: ... Іг, печень ... изменено на ... Іе, печень

Страница А 174: Описание процесса линьки (страница 120) изменено на Описание процесса линьки (страница 157).

Страница А 177: D¹ Клюв загнутый, ... изменено на D₂ Клюв загнутый, ...

Страница А 193: С¹ Голова большая; ... изменено на С₁ Голова большая; ...; С¹ Пять пальцев, ... изменено на С₁ Пять пальцев, ...; Дельфин (379, 397) изменено на Дельфин (рис. 379, 397).

Страница А 200: (См. рис. 347.) изменено на (См. рис. 349.)

Страница Н 17: вопросительный знак удален из ... хлопчатобумажная ткань того же веса и текстуры?

Страница Н 25: ... сохраняя прохладу тела во время физической нагрузки (Ехр. о) изменено на ... сохраняя прохладу тела во время физической нагрузки (Ехр. 5).

Страница Н 38: ... сидеть, откинувшись на спинку стула (рис. 60, 61, 62) ... изменено на ... сидеть, откинувшись на спинку стула (рис. 49, 50, 51)

Страница Н 54: ... кровеносные сосуды должны обладать этими тремя свойствами? изменено на ... кровеносные сосуды должны обладать этими тремя свойствами.

Страница Н 56: Рис. 57 повернут на 180°.

Страница Н 70: (См. «Биология животных», стр. 14.) изменено на (См. «Биология животных», стр. 4.)

Страница Н 72: Сделайте модель, как на эскизе ... изменено на Сделайте эскиз, как на модели

Страница Н 110, рис. 101: отдельные элементы повернуты на 90° по часовой стрелке.

Страница Н 140 (сноска): закрывающая кавычка вставлена после ... как гармонизировать цвет с собой.

Страница Н 158: скобки удалены после ... 200 диаметров или 40 000 площадей).

Указатель: исправлены некоторые номера страниц и добавлены буквы книги (I, P, A или H, см. выше).